

Fakulteta za pravo in ekonomijo
Dodiplomski študijski program Ekonomija

Špela Lipnik

**UPRAVLJANJE ZALOG MALIH SLOVENSКИH PEKARN ZA
ZMANJŠANJE ODPADA HRANE**

Diplomska naloga

Mentor: prof. dr. Žiga Čepar

Ljubljana, 2024

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Žigu Čeparju za usmeritve, podporo in strokovno pomoč pri pisanju diplomske naloge. Zahvala gre tudi moji družini in prijateljem za spodbudo in potrpežljivost.

Kratice

AVCO – Average Cost Method

COGS – Cost of Goods Sold

EOQ – Economic Order Quantity

EPQ – Economic Production Quantity

EUROSTAT – European Statistics

FAO – Food and Agriculture Organisation

FEFO – First Expired, First Out

FIFO – First In, First Out

HC – Holding Cost

HIFO – Highest In, First Out

IFRS – International Financial Reporting Standards

JIT – Just in Time

LT – Lead Time

LIFO – Last In, First Out

MRP – Material Requirements Planning

ROI – Return on Investment

ROA – Return on Assets

RC – Reorder Cost

ROL – Reorder Level

SC – Set-up Cost

SP – Sales Price

SV – Salvage Value

UC – Unit Cost

Kazalo vsebine

1. Uvod	7
1.1 Opredelitev problema in teoretična izhodišča	7
1.2 Namen in cilji diplomske naloge	8
1.3 Uporabljene metode raziskovanja za doseganje ciljev diplomske naloge	9
1.4 Predpostavke in omejitve raziskave	10
2. Optimiziranje živilskih oskrbovalnih verig v kontekstu odpada hrane	11
2.1 Vzroki za nastanek odpadne hrane in možne rešitve problema	11
2.1.1 Vzroki nastanka izgub hrane v primarni pridelavi	11
2.1.2 Vzroki za nastanek odpadne hrane v predelavi	12
2.1.3 Vzroki za nastanek odpadne hrane v trgovini in pri distribuciji	14
2.1.4 Vzroki za nastanek odpadne hrane v gospodinjstvih	14
2.1.5 Rešitve problema odpada hrane	15
3. Opredelitev zalog	17
3.1 Pomen in vrste zalog	17
3.2 Stroški zalog	19
3.3 Proces in cilji upravljanja z zalogami	20
4. Metode upravljanja z zalogami	22
4.1 Metode pri neodvisnem povpraševanju	22
4.1.1 Modeli pri enakomernem determinističnem povpraševanju	22
4.1.1.1 Klasični model ekonomsko optimalne količine naročila	22
4.1.1.2 Model ekonomsko optimalne količine naročila z upoštevanjem količinskih popustov	27
4.1.1.3 Optimalna velikost proizvodne serije (EPQ)	28
4.1.2 Modeli pri neenakomernem determinističnem povpraševanju	30
4.1.3 Modeli pri stohastičnem povpraševanju za eno obdobje	30

4.1.4 Modeli pri enakomernem stohastičnem povpraševanju	33
4.1.4.1 Kontinuirano spremljanje zalog in (R, Q) model.....	34
4.1.4.2 Periodično spremljanje zalog	37
4.2 Modeli zalog za odvisno povpraševanje	38
4.2.1 Just in Time (JIT).....	38
4.2.2 Materials Requirements Planning (MRP)	39
5. Analiza in vrednotenje zalog.....	40
5.1 Metode vrednotenja materiala in trgovskega blaga	40
5.2 Tehnike analiziranja zalog.....	41
6. Analiza in optimizacija upravljanja z zalogami v izbranih pekarnah na podlagi izvedenih intervjujev.....	43
6.1 Določanje optimalne nabavne politike v Pekarni A	43
6.2 Model stohastičnega povpraševanja za eno obdobje na primeru Pekarne B	50
7. Sklep	62
Reference	66
Priloge.....	71
Povzetek.....	73
Abstract.....	74

Kazalo slik

Slika 1: Stroški držanja zalog po postavkah kot delež stroška na enoto. (Waters 2003)	20
Slika 2: Lastnosti cikla zalog. (Waters 2003)	23
Slika 3: Spreminjanje stroškov glede na naročeno količino. (Waters 2003)	23
Slika 4: LT in ROL. (Waters 2003).....	26
Slika 5: LT, ki je daljši od enega cikla zalog. (Waters 2003).....	26
Slika 6: Veljaven in neveljaven minimum celotnih stroškov. (Waters 2003)	28
Slika 7: EPQ model. (Waters 2003).....	28

Slika 8: Vrednosti za povpraševanje, dobiček in verjetnost pri nakupu posamezne kopije. (Waters 2003).....	32
Slika 9: Verjetnostna porazdelitev povpraševanja v pretočnem času. (Hofer 2020)	33
Slika 10: Grafična ponazoritev R, Q modela. (Hofer 2020).....	35
Slika 11: Funkcija celotnih stroškov v R, Q modelu. (Hofer 2020).....	35
Slika 12: Graf gostote verjetnosti povpraševanja v LT. (Hofer 2020).....	36
Slika 13: Graf ravni zalog v času. (Hofer 2020).....	36
Slika 14: Periodično spremljanje zalog. (Ramesh 2022).....	38
Slika 15: Verjetnostna porazdelitev povpraševanja v intervalu T + LT. (Ramesh 2022)	38
Slika 16: Časovnica priprave polnovrednega kruha, Pekarna B. (lasten vir)	52

Kazalo tabel

Tabela 1: Nabavne cene s količinskimi popusti. (lasten vir)	45
Tabela 2: Nabavne cene surovin. (lasten vir).....	48
Tabela 3: Predvideno in dejansko povpraševanje po 10 najbolj prodajanih izdelkih Pekarne B, 13. 3. 2024. (lasten vir)	53
Tabela 4: A/F razmerje. (lasten vir)	55

Kazalo grafov

Graf 1: Krivulje TC. (lasten vir)	47
Graf 2: Natančnost napovedi povpraševanja po najbolj prodajanih izdelkih, Pekarna B (13. 3. 2024). (lasten vir)	53
Graf 3: Pričakovan dobiček in izguba pri različnih proizvedenih količinah polnovrednega kruha. (lasten vir).....	57

1. Uvod

Zamislimo si, da nam nekdo vsakič, ko kupimo sendvič, odreže eno tretjino sendviča, jo vrže v smeti in nam zaračuna polno ceno za ostali dve tretjini. Kako bi na to reagirali? Bi to sprejeli? Bi bilo kaj drugače, če bi sami zavržli to 1/3? Kaj pa če bi to eno tretjino namesto, da bi jo dali v smeti, porabili kot krmo za živali? Bi bilo to kaj boljše? Bi še vedno kupili ta sendvič? Zamislimo si, da trgovina ve, da sendvič ne bo zdržal, zato nam zanj ponudijo 70 % popust. Če bi to vedeli, bi kupili ta sendvič? Verjetno bi bila večina odgovorov odklonilnih, a dejstvo je, da tako deluje naš prehranski sistem na dnevni ravni. (Li 2020)

V tem poglavju opredelimo problem, ki ga naša diplomska naloga obravnava, ter ključna teoretična izhodišča, predstavimo namen in cilje diplomske naloge, navedemo uporabljene metode raziskovanja ter predpostavke in omejitve raziskave.

1.1 Opredelitev problema in teoretična izhodišča

Tretjina hrane, ki jo proizvedemo globalno, gre v odpad. (Economist 2021) Organizacija združenih narodov za hrano in kmetijstvo navaja, da gre vsako leto v odpad 1,3 milijarde ton hrane (WFP 2021), tj. dovolj hrane, da bi nasitili vse ljudi na Kitajskem in v Evropi. Večina današnjih rešitev, povezanih z odpadom hrane, preprečuje, da bi zavržli hrano. Gre za sistem redistribucije, za tržnice, na katerih lahko posamezniki kupijo ostanke proizvodov podjetij, za dinamična cenovna orodja, sisteme upravljanja poteka roka uporabe in za sisteme za sledenje odpadkom. (Caldeira in De Laurentiis in Sala 2019, 31) Te rešitve pa niso uspešne pri naslavljanju izvirnega razloga za nastanek problema. Odlične so, ko že imamo ostanke in smo preveč kupili ali proizvedli, ne naslavlja pa simptomov še večjega problema, ki je neoptimalno načrtovanje proizvodnje. (Li 2022) Brez naslavljanja tega problema bodo prekomerna proizvodnja in izgube, ki jih predstavljajo za podjetja, ostale *status quo*. (Tay 2019) Pri preprečevanju odpada hrane

se osredotočamo na konec dobavne verige, ko izdelki že dosežejo končnega kupca, a to je nesmiselno, saj smo do takrat po nepotrebnem že porabili ogromno količino virov. Prekomerno proizvodnjo moramo naslavljati že veliko prej v vrednostni verigi. (Li 2022) Osredotočiti se je potrebno na optimizacijo poslovnih procesov, ki bo omogočila učinkovito porabo virov in proizvodnjo tega, kar je res potrebno. Negotovo povpraševanje, neučinkovito upravljanje z zalogami in slaba zasnova distribucijskega omrežja pokvarljivih izdelkov prispevajo k odpadu hrane. (Gasan Osojnik Črnivec et al. 2021, 42–48) Pri upravljanju zalog se pojavlja konfliktna situacija med velikostjo in stroški zalog v podjetju. Želja po čim boljšem zadovoljevanju potreb kupcev sili podjetja v velike zaloge, stroški ter številna tveganja pa v njihovo minimiziranje. (Hofer 2020)

Očitno ima upravljanje zalog v kontekstu problema odpada hrane pomembno vlogo. V diplomski nalogi želimo zato v empiričnem delu ugotoviti, kako slovenska majhna in mikro živilskopredelovalna podjetja v pekarski industriji upravljajo z zalogami, kako so pri tem učinkovita in s katerimi problemi se srečujejo. Pred tem pa v teoretičnem delu predstavimo rešitve za optimizacijo prehranskih dobavnih verig in opredelimo pomen upravljanja zalog ter modelov za kontrolo zalog, ki bi lahko pekarnam pomagali optimizirati operacije, zmanjšati stroške in povečati zadovoljstvo kupcev.

1. 2. Namen in cilji diplomske naloge

Namen naloge je opozoriti na problem neoptimalnega upravljanja zalog v malih in mikro živilskopredelovalnih podjetjih in v njihovih oskrbnih verigah, ki povzročata velike stroške in odpad hrane, analizirati upravljanje z zalogami v izbranih malih slovenskih pekarnah in nakazati možne rešitve problema.

Cilji teoretičnega dela diplomske naloge:

- na osnovi domače in tuje literature opredeliti pomen podatkovne znanosti ter ostalih tehnoloških in drugih rešitev pri optimiziranju dobavnih verig živilskopredelovalnih podjetij – iniciative preprečevanja nastajanja odpadne hrane na vsakem koraku dobavne verige;

- osredotočiti se na rešitev učinkovitega upravljanja zalog malih in mikro živilskopredelovalnih podjetij in opredeliti osnovne pojme (zaloge, vrste zalog, upravljanje z zalogami, cilji upravljanja z zalogami in njihova funkcija v podjetju);
- predstaviti modele in tehnike za vrednotenje in uravnavanje zalog.

Cilji empiričnega dela diplomske naloge:

- opredeliti probleme, s katerimi se srečujejo izbrane male slovenske pekarnice pri upravljanju z zalogami;
- ugotoviti, katere metode za napovedovanje povpraševanja in za vrednotenje zalog uporabljajo izbrane male slovenske pekarnice in kako zagotavljajo ustrezno raven zalog za uspešno in učinkovito poslovanje;
- ugotoviti, kaj male slovenske pekarnice naredijo z viški zalog v primeru, da do njih pride;
- s pomočjo teoretičnih modelov predstaviti možne rešitve za bolj učinkovito upravljanje z zalogami in načrtovanje proizvodnje.

1. 3. Uporabljene metode raziskovanja za doseganje ciljev diplomske naloge

Diplomska naloga vključuje teoretični in empirični del. V teoretičnem delu smo uporabili metodo deskripcije na osnovi sekundarnih podatkov, kjer smo s pregledom domače in tuje strokovne literature opisali raziskovalni problem, definirali osnovne pojme, pomen upravljanja zalog pri reševanju tega problema in metode za analizo, vrednotenje in spremljanje zalog. Pri tem smo uporabili tudi metodo komparacije, s katero smo primerjali in vrednotili ugotovitve in poglede različnih avtorjev na upravljanje zalog. Naša spoznanja smo strnili s pomočjo metode sinteze relevantne literature in pri tem dosledno navajali avtorje virov.

V empiričnem delu smo izvedli kvalitativno raziskavo na podlagi analize primarnih podatkov, pridobljenih s pomočjo pol strukturiranega intervjuja. Naredili smo intervjuje z vodstvenimi kadri izbranih malih slovenskih pekarn, ki so nam predstavili, kako oni

vidijo upravljanje z zalogami in s katerimi problemi se pri tem soočajo. Zbrane odgovore smo analizirali s pomočjo metode analize vsebine.

1. 4. Predpostavke in omejitve raziskave

Predpostavke raziskave predstavljajo izhodišča, iz katerih smo izhajali in jih v nalogi ne preverjamo:

1. Na voljo imamo dovolj strokovne literature, s pomočjo katere smo opredelili teoretična izhodišča.
2. Z izbranimi raziskovalnimi metodami lahko dosežemo namen in cilje raziskave.
3. Neučinkovito načrtovanje zalog v živilskopredelovalnih podjetjih povzroči nastanek odpada hrane, ustrezno načrtovanje pa pripomore k zmanjšanju tega odpada.

Omejitve raziskave:

- Časovna omejitev: raziskava je postavljena v leto 2024 in posledično obravnava obstoječe modele in programske rešitve za upravljanje z zalogami.
- Krajevna omejitev: raziskava je osredotočena na izbrane majhne pekarnice na območju Slovenije.
- Predmetna omejitev: podrobno obravnavamo le operativno funkcijo upravljanja z zalogami kot pomemben del ekonomike podjetja v kontekstu problema odpada hrane.
- Raziskava je omejena na majhna in mikro podjetja v živilskopredelovalnem sektorju in je znotraj tega sektorja osredotočena na male pekarnice.

2. Optimiziranje živilskih oskrbovalnih verig v kontekstu odpada hrane

V tem poglavju predstavimo vzroke za nastanek izgub in odpada hrane v prehranski oskrbovalni verigi in navedemo možne rešitve problema.

V prehranski industriji so izdelki proizvedeni v verigi, ki se začne s kmetom in se razteza do končnega potrošnika. (Seminar 2016, 17) Gre za sosledje tehnoloških in ekonomskih aktivnosti, ki jih razvrščamo v člene pridobivanja in obdelave osnovnih surovin, proizvodnje živilskih izdelkov, distribucije ter prodaje končnih izdelkov. Pridelana hrana, ki je ne zaužijemo, nosi odtis vseh predhodnih postopkov (pridelave, predelave, dobave, prodaje in priprave) ter tako zmanjšuje samo količino razpoložljive hrane in povzroča številne neugodne okoljske (poraba energije, podnebne spremembe, razpoložljivost virov), družbene (zdravje, enakopravnost) in gospodarske (upravljanje z viri, višanje cen hrane zaradi manjše razpoložljivosti, rast stroškov – vrednost zavržene hrane, stroški transporta, proizvodnje in hrambe te hrane ter stroški ravnanja z odpadki) učinke. (Gasan Osojnik Černivec et al.2021, 8).

2.1. Vzroki za nastanek odpadne hrane in možne rešitve problema

V nadaljevanju navedemo vzroke nastanka odpadne hrane v pridelavi, predelavi, trgovini in distribuciji ter v gospodinjstvih in predstavimo možne rešitve problema.

2. 1. 1. Vzroki nastanka izgub hrane v primarni pridelavi

Izgube in odpad hrane v primarni proizvodnji nastanejo zaradi:

- neustreznega načrtovanja pridelave – izguba pogodbe zaradi premajhne količine pridelka za kmete velikokrat predstavlja večjo ekonomsko škodo kot dodaten pridelek, ki konča med izgubami hrane (Gasan O. Č. et al. 2021, 42);
- odkupne cene pridelka na trgu, ki vplivajo na smotrnost pobiranja pridelkov s polja (MKGP 2020, 20);
- slabo razvite tehnologije pridelave in pomanjkanja primernih prostorov za skladiščenje (Gasan O. Č. et al. 2021, 42);
- poškodb pridelkov med strojnim obiranjem (Šubic 2023) – lahko pride do zavrnitve zaradi nedoseganja standardov kakovosti, ki so določeni z zakonodajo in jih zahtevajo trgovci. Odpad nastane tudi zaradi preklica naročila v zadnjem trenutku in nerealnih zahtev za doseganje minimalnega roka trajanja pridelkov (Parfitt et al. 2022, 9);
- globalnih trendov in želje po dostopnosti pridelkov skozi celo leto, pobiranje pridelkov, ki še niso dosegli užitne zrelosti in dolge transportne poti, povečuje količino odpadne hrane med distribucijo (Gasan O. Č. et al. 2021, 42);
- skrbi pred neugodnimi vremenskimi pogoji, škodljivcev ali špekulacije, da bo pridelek na trgu dosegel višjo ceno – kmetje namenoma posadijo večje količine pridelkov, kot pričakujejo, da jih bodo uspeli prodati;
- obilne letine, izjemnih dogodkov – na pridelovalnih površinah ostajajo pridelki, ker primanjkuje delovne sile, ki bi pridelek spravila (Gasan O. Č. et al. 2021, 43);
- pogostejših ekstremnih vremenskih pojavov, ki uničijo pridelek do te mere, da ni primeren za trg. (MKGP 2020, 20)

2. 1. 2. Vzroki za nastanek odpadne hrane v predelavi

Povezava živilske industrije s kmetijstvom se pri nastajanju odpadne hrane odraža pri dobavi surovin. Dolge transportne poti vplivajo na kakovost surovin za predelavo, posledično pa na kakovost končnega izdelka in njegov rok trajanja. (MKGP 2020, 21)
Razlogi za nastanek odpadne hrane v fazi pred predelavo surovin v končne izdelke so:

- nepravilno naročanje surovin, vodenje zalog, napovedovanje povpraševanja, neustrezno skladiščenje in posledična okvara surovin (Alvarez de los Mozos et al. 2020, 1795);
- lupljenje, odstranjevanje kosti, obrezovanje surovin – delež te odpadne hrane je težko zmanjšati, če ne bi nastal v tem členu verige preskrbe s hrano, bi nastal v drugih členih, npr. v gostinskem sektorju ali pri potrošnikih;
- prilagajanje recepture za razvoj novega izdelka – ko proizvodnjo z laboratorijske ravni prenesemo na industrijsko, lahko nastane veliko odpadne hrane;
- shranjevanje vzorcev, ki jih morajo proizvajalci hraniti kot dokaz o kakovosti dobavljenih surovin in končnih izdelkov. (MKGP 2020, 21)

Odpadna hrana lahko med proizvodnim procesom nastane zaradi:

- motenj na proizvodni liniji in motenj v nadzoru nad temperaturo, zaradi napak pri odmerjanju in upoštevanju receptur, nepravilno določenega datuma uporabe ipd. (MKGP 2020, 21);
- priprave strojev na pravilno delovanje – prvih nekaj izdelkov ni primernih za prodajo (Gasan O. Č. et al. 2021, 44);
- menjave linije ali izdelka – del hrane se izgubi zaradi spiranja izdelka s proizvodne linije;
- pomanjkljivega znanja zaposlenih, neprimerne ravnanja z živili in neupoštevanja pravil uporabe živil, ki so prišla prva v proizvodnjo;
- nepravilno izbrane embalaže ali volumna pakiranja izdelka. (Dora et al. 2019)

Po končanem proizvodnem procesu izdelki še nekaj časa ostanejo v skladiščih živilskih podjetij. Poleg nastajanja odpadne hrane zaradi neustreznega ravnanja z živili med skladiščenjem in distribucijo v tej fazi odpadna hrana nastane zaradi:

- zahtev trga in kupcev – trgovec ima pravico zavrnil izdelke, če ne ustreza njegovim standardom kakovosti;
- prevelikega obsega proizvodnje in odpovedi naročil v »zadnjem trenutku« ob neuspešnem komuniciranju s kupcem in usklajevanju njegovih zahtev;
- presežkov proizvedenega izdelka trgovske znamke, ki ga proizvajalec ne more prodati drugim kupcem;

- slabega predvidevanja potrošnikovih preferenc in razvoja izdelka, ki ga potrošniki ne sprejmejo. Ta odpadna hrana se pogosto meri kot odpadna hrana v trgovinah, čeprav so za ta del odpadne hrane posredno odgovorni proizvajalci. (Gasan O. Č. et al. 2021, 45)

2. 1. 3. Vzroki za nastanek odpadne hrane v trgovini in pri distribuciji

Prepričanje trgovcev, da potrošnika v nakup privabi polno založena polica, verjetno drži, prispeva pa to k veliki količini hrane, ki se ne proda ali se poškoduje in konča med odpadno hrano. Del odpadne hrane lahko nastane zaradi neprimerne upravljanja z zalogami in slabe strategije naročanja. Zaradi odstopanja izdelkov od trgovinskih zahtev ali ugotovljene zdravstvene neustreznosti izdelka, ko je ta že na policah, lahko pride do odpoklica večje količine izdelkov. Tudi s povečano ponudbo že pripravljenih obrokov v trgovinah se povečuje delež odpadne hrane. Trgovine so pogosto primorane kupiti širok nabor izdelkov istega proizvajalca, saj si tako zagotovijo nižjo ceno. Če trgovina vseh izdelkov ne prodaja enako dobro, lahko prihaja do odpadne hrane. Odpadna hrana v trgovinah lahko nastane zaradi sezonskih živil, ki se po izteku sezone težko prodajo. Tudi nepoznavanje ciljnih kupcev lahko poveča količine odpadne hrane. (Gunders 2012, 10–11)

2. 1. 4. Vzroki za nastanek odpadne hrane v gospodinjstvih

Največji delež odpadne hrane v gospodinjstvih nastane, ker se hrana pokvari, izdelkom poteče rok uporabe, ljudje pripravijo prevelike količine hrane ali je hrana neustreznega vonja, okusa ali videza. Manjši delež predstavljajo še napačno shranjevanje, napačno razumevanje roka uporabe in napake med pripravo hrane. (CARE4CLIMATE 2022) Promocije izdelkov na način »kupiš 1, dobiš 2« prav tako doprinesejo k veliki količini odpadne hrane v gospodinjstvih. Trgovci s tovrstnimi akcijami spodbujajo impulzivno nakupovanje hrane, ki je potrošnik po vsej verjetnosti ne bo pojedel v celoti. (Gasan Osojnik Černivec et al. 2021, 47)

2. 1. 5. Rešitve problema odpada hrane

Zmanjšanje izgub in odpada hrane vzdolž celotne prehranske verige je bistveno pri povečevanju učinkovitosti prehranskega sistema. (NUTRIS 2023) Hrana, ki je redistribuirana (porabljena za živilsko krmo, donirana ipd.), se po standardni definiciji odpada hrane ne šteje za odpad. Medtem ko nekateri redistribucijo podpirajo, se drugi sprašujejo, ali je rešitev, da popolnoma užitno hrano dajemo kmetom kot krmo za živali. Naj pek porabi viro, angažira delovno silo in ima stroške s proizvodnjo odličnega kruha z drožmi, da bo ta na koncu krma za živali? (Li 2022)

V zadnjem času so se razširile prakse souporabe hrane. Gre za darovanje in prodajo presežkov hrane in neestetske hrane na digitalnih platformah. Te sicer partnerjem omogočajo pridobitev novih kupcev, zmanjšujejo stroške ravnanja z odpadki, ustvarjajo nove poslovne priložnosti, omogočajo zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov in teoretično potrošnikom z nižjimi dohodki omogočajo dostop do kvalitetne hrane po znižanih cenah (pogoj je dostop do interneta), a ustvarjajo dobiček na osnovi prekomerne proizvodnje in presežkov podjetij, ki jih ta ne morejo prodati. (de Almeida Oroski et al. 2023, 816–827) Namesto, da spodbujamo prekomerno proizvodnjo, ki se prevaja v izgube za majhna podjetja, lahko najdemo načine, kako podpreti male kavarne v soseščini, lokalne delikatese in vaške pekarnice. Lahko jim pomagamo najti ravnotežje med premajhno in prekomerno proizvodnjo, čemur se bomo v nadaljevanju posebej posvetili, in če jim res želimo pomagati, bomo kot potrošniki za njihove izdelke plačali polno ceno.

Glavni cilj preprečevanja nastanka živilskih odpadkov bi moral biti ukrepanje neposredno pri viru z omejevanjem nastajanja presežkov hrane na vsaki stopnji v prehranski oskrbni verigi. Zmanjšanje izgub in odpada hrane lahko dosežemo z razvojem sistema sledljivosti prehranske verige. Številni dejavniki prispevajo k potrebi po transparentnosti vse bolj kompleksnih prehranskih verig, npr. rast svetovne populacije in prehranska varnost (Alvarez de los Mozos et al. 2020, 1792), pojav bolezni zaradi uživanja neakovostne hrane, učinkovito upravljanje tveganj in odpoklicev živil ter zadovoljevanje čedalje bolj trajnostno ozaveščenih potrošnikov. Z uporabo senzorjev lahko zbiramo podatke in spremljamo lokacijo posameznih proizvodov in pošiljk hrane. (Transparent Path 2021) Ti poročajo o razmerah, varnosti in svežini hrane ter v realnem času pošljejo opozorilo, ko gre kaj narobe, npr. ko se pošiljka ne premika ali ko temperatura preseže mejo in bi to

lahko ogrozilo izdelek. Podatki so povezani s podatkovnimi bazami na oblaku in s pomočjo *Blockchain* tehnologije deljeni po dobavni verigi. Vsak preprečen presežek hrane odpravi možnost, da bi se ta količina zavržla in postala odpadna hrana pred nepotrebnim vnosom v nadaljnje korake verige preskrbe s hrano. (Gasan O. Č. et al. 2021, 14)

Tudi z uporabo krožnega gospodarstva se zmanjšuje količina odpada hrane. Ko izdelek pride do konca življenjske poti, se materiale, iz katerih je izdelan, v največji meri obdrži v gospodarstvu in se jih ponovno uporabi, kar še dodatno ustvarja vrednost. (EP 2023)

Pametno kmetijstvo kmetom omogoča, da z manjšo porabo virov proizvedejo več. Razvili so nove oblike pakiranja izdelkov in premaze na rastlinski osnovi za podaljševanje obstojnosti avokada in citrusov. Znatne izboljšave so bile narejene v tehnologiji hladne verige za učinkovitejše shranjevanje in transport pridelka. V uporabi so senzorji za ugotavljanje svežine pošiljk prehranskih izdelkov, da trgovci vedo, izdelke katerih pošiljk najprej uvrstiti na police. Podatkovna analitika pomaga prodajalcem na drobno in distributerjem optimizirati naročanje in zmanjšati odpad, vrsta *zero-waste* orodij in orodij za načrtovanje obrokov pa je na voljo potrošnikom. (Li 2022)

3. Opredelitev zalog

Nastajanje presežkov hrane omejimo z učinkovitim upravljanjem zalog. V tem poglavju opredelimo zaloge – njihov pomen, vrste, stroške in upravljanje.

3.1. Pomen in vrste zalog

Zaloge so v različnih panogah različne in zahtevajo različno shranjevanje, pozornost ipd. Kljub razlikam zaloge igrajo bistveno vlogo v vsaki organizaciji, saj vplivajo na dostopnost materialov in dobavne roke, ti pa na zadovoljstvo strank in na zaznano vrednost izdelkov. Zaloge vplivajo na stroške poslovanja in s tem na dobiček podjetja, na dobičkonosnost sredstev (ROA), dobičkonosnost vložnega kapitala (ROI) in skoraj na vse kazalnike finančne uspešnosti. Brez zalog organizacije ne morejo delovati. Ni vprašanje, ali imeti zaloge, temveč kako upravljati z zalogami, ki jih je treba imeti. Ločimo:

- zaloge surovin, materialov in drobnega inventarja (angl. *raw materials*),
- zaloge nedokončane proizvodnje (angl. *work-in-process*),
- zaloge proizvodov (angl. *finished goods*),
- zaloge trgovskega blaga (angl. *merchandise*).

Surovine v ožjem smislu razumemo kot masovne delovne predmete v surovem, nepredelanem stanju (npr. moka za peko kruha v pekarnah). Materiali v ožjem smislu so v (večji meri) predelani delovni predmeti. V isto skupino štejemo tudi dele in polproizvode, ki so zlasti pogosti v montažni proizvodnji, z drobnim inventarjem pa mislimo delovna sredstva, ki jih ne štejemo med osnovna, ker so manjših vrednosti in se potrošijo pogosto že v enem letu. (Pučko et al. 1998, 66) Zaloge materialov in surovin vrednotimo po nabavnih cenah. Nabavno ceno sestavljajo kupna (fakturirana) cena, morebitne uvozne dajatve (carina) in neposredni stroški nabave (stroški prevoza, manipulacije, prevoznega zavarovanja, storitev posredniških agencij ipd.). (Kastelic

2006, 17) Nabavne cene se pogosto spreminjajo, zato se pojavlja vprašanje njihovega vrednotenja po dejanskih, po zadnjih nabavnih ali po realnih vmesnih, povprečnih cenah. Prenizko ovrednotena zaloga skriva dobiček, previsoko ovrednotena pa izgubo. Z nedokončano proizvodnjo razumemo proizvodnjo v teku, ki poteka na posameznih delovnih mestih, prav tako pa tudi dele, proizvedene v podjetju, ki se nahajajo v vmesnih skladiščih in z vidika podjetja ne predstavljajo končnih proizvodov. Nedokončano proizvodnjo vrednotimo po stroških. Končni proizvodi so namenjeni prodaji. V zalogi se nahajajo od trenutka, ko jih prejme skladišče končnih proizvodov pa vse do trenutka, ko jih podjetje zaračuna kupcu, zapustijo skladišče ali pa ko jih kupec prejme, odvisno od pogodbe. Glede vrednotenja veljajo razmišljanja ob vrednotenju zalog nedokončane proizvodnje. Trgovsko blago se nahaja v zalogah trgovskih podjetij (na poti, v skladišču ali že v prodajalnah). Za blago na poti ali v skladišču velja vse povedano za zaloge materiala. Prodajalne morajo vrednotiti zalogo po prodajni ceni. Razlika med prodajno in nabavno ceno mora pokriti splošne stroške trgovine v obdobju, ko je blago prodano. (Pučko; Rozman 1998, 67) Gre za arbitrarno klasifikacijo, saj so lahko končni proizvodi ene organizacije surovine druge. Prodajalci imajo npr. le zaloge končnih proizvodov, proizvajalci pa vse vrste razen trgovskega blaga. Druga klasifikacija deli zaloge po namenu:

- **Ciklična zaloga:** običajne zaloge, ki se uporabljajo za pokrivanje povpraševanja v določenem obdobju. Ostajajo nad ravno varnostne zaloge.
- **Varnostna zaloga:** dodatna zaloga v skladišču za spopadanje z nepredvidenimi dogodki – spremembe povpraševanja, zamude pri dobaviteljih.
- **Sezonska zaloga:** zaloge za ohranjanje stabilnega poslovanja v sezonskih nihanjih povpraševanja.
- **Tranzitne zaloge:** zaloge, ki se trenutno premikajo z ene lokacije na drugo.
- **Špekulativne zaloge:** posledica sprememb na trgu; zvišanja cen materialov ali pomanjkanje določenega materiala v prihodnosti. (Waters 2003, 9–10)

Zaloge so kratkoročna sredstva v bilanci stanja, saj podjetja po navadi planirajo, da bodo končne izdelke prodala prej kot v letu dni. Ko je končni izdelek prodan, se stroški zalog prenesejo na kategorijo COGS v izkazu poslovnega izida. (Kenton 2023)

3.2. Stroški zalog

Zaloge povzročajo stroške. Ti običajno znašajo okrog 20 % vrednosti letnih zalog. Organizacije jih želijo zmanjšati, a tega ne morejo narediti preprosto z zmanjšanjem zalog. Včasih nizke zaloge zagotavljajo nizke stroške, a ne vedno, saj lahko pride do pomanjkanja zalog, kar povzroči motnje v poslovanju in visoke stroške. Ločimo 4 vrste stroškov zalog:

1. Stroški na enoto (angl. *unit cost*): gre za ceno, ki jo dobavitelj zaračuna za eno enoto artikla. Strošek na enoto se lahko v primeru količinskih popustov z nabavljeno ali proizvedeno količino zmanjšuje.

2. Stroški pridobitve novih zalog (angl. *reorder cost*): vključujejo vse stroške, povezane s pripravo naročila – preverjanje, avtorizacijo, carinjenje, distribucijo, korespondenco in telefonske stroške, stroške nakladanja in prejema z raztovarjanjem, preverjanjem in testiranjem, nadzorom in stroške uporabe opreme. Sem uvrščamo tudi stroške kontrole kakovosti, transportne stroške, stroške dostave in sortiranja. Gre za stroške ponavljajočih se naročil in ne za prvi nakup, ki po navadi vključuje še stroške iskanja ustreznih dobaviteljev, testiranja njihove kakovosti in zanesljivosti, stroške zbiranja ponudb, pogajanja z alternativnimi dobavitelji itd. Najboljši približek stroškov ponovnega naročila dobimo tako, da celotne letne stroške nabavnega oddelka (in ostalih relevantnih stroškov) delimo s številom izvedenih naročil. Poseben primer stroškov ponovnega naročanja nastopi, ko gre za proizvodnjo znotraj organizacije. V tem primeru gre za stroške vzpostavitve serije, ki vključujejo proizvodno dokumentacijo, stroške testnih serij ipd.

3. Stroški držanja zalog (angl. *holding cost*): gre za strošek držanja ene enote artikla na zalogi v časovni enoti. Običajno obdobje za izračun stroškov zalog je leto, torej so stroški držanja zalog izraženi v obliki npr. 10 €/leto. Najbolj očiten strošek držanja zalog je vezan denar, ki je izposojen (plačujejo se obresti) ali bi lahko bil porabljen drugače (oportunitetni strošek). Drugi stroški držanja zalog so povezani s prostorom za shranjevanje (oskrba skladišča, najem, voda, elektrika, ogrevanje ipd.), z izgubami (poškodbe, zastaranje, rop), z ravnanjem z zalogami (premiki, posebno pakiranje, hlajenje itd.), z administracijo (nadzor zalog, posodobitve opreme) in z zavarovanjem. Težko je določiti približno vrednost teh stroškov po postavkah, načeloma veljajo približki na sliki 1.

	% of unit cost
cost of money	10–15
storage space	2–5
loss	4–6
handling	1–2
administration	1–2
insurance	1–5
Total	19–35

Slika 1: Stroški držanja zalog po postavkah kot delež stroška na enoto. (Waters 2003)

4. Stroški pomanjkanja zalog (angl. *shortage cost*): če podjetju zmanjka zalog artikla in po tem artiklu obstaja povpraševanje, pride do premajhnega obsega zalog, kar je povezano s stroški. Prodajalec na drobno je lahko ob dobiček, ko kupec blago ali nadomestek kupi drugje. Največ stroškov izgub prodaje nastane pri proizvodih, ki imajo veliko substitutov in s tem veliko proizvajalcev. Po navadi so učinki premajhnega obsega zalog še širši in vključujejo izgubo dobrega imena podjetja, izgubo prihodnjih prodaj, izgubo ugleda ipd. Pomanjkanje zalog v proizvodnem procesu povzroči motnje, spremembo urnika obratovanja, tudi odpuščanja. Stroški premajhnega obsega zalog lahko vključujejo tudi stroške ukrepov za odpravo pomanjkanja, npr. stroške pošiljanja nujnih naročil, plačila posebnih dostav, uporabo alternativnih dražjih dobaviteljev ipd. (Waters 2003, 52–53)

3.3. Proces in cilji upravljanja z zalogami

Pomanjkanje zalog, ko jih podjetje potrebuje, je lahko pogubno, zaloge pa lahko, če že ne v računovodskem smislu, obravnavamo tudi kot obveznost. Večji delež zalog nosi tveganje za krajo, kvarjenje, poškodbe ali za spremembo povpraševanja. Zaradi tega je upravljanje z zalogami ključno za vsa podjetja, ne glede na velikost. (Hayes 2023) Glavna 3 vprašanja, ki si jih na operativni ravni postavljajo odgovorni za zaloge, so:

Katere artikle imeti na zalogi? Držanje zalog je drago, zato morajo podjetja skrbeti, da njihove zaloge ostanejo na najnižji možni ravni, ki omogoča sprejemljive storitve. Preden

se artikel doda v zalogo, je treba izvesti primerjavo stroškov in koristi, ki jih ima držanje artikla na zalogi s stroški in koristmi, ki nastanejo, če artikla ni na zalogi. Dodamo le artikle, ki prinašajo jasne koristi. Spremljamo tudi artikle, ki so že na zalogi in jih odstranimo, ko postane ceneje, da jih ni več na zalogi. Ob pregledu lahko ugotovimo, da so določeni artikli v zalogah zgolj zaradi previdnosti, če bi jih morda potrebovali. Lahko naletimo na nekurantne zaloge, po katerih je povpraševanje prenehalo ali je zelo majhno.

Kdaj izvesti naročilo? Ločimo 3 pristope k temu vprašanju. Prvi uporablja periodični pregled oddaje naročil spremenljive velikosti v rednih časovnih intervalih. Nihanju povpraševanja sledimo s spreminjanjem velikosti naročila. Drugi pristop uporablja fiksno nabavno količino. Nivo zaloge se spremlja in ko pade pod določen nivo, se naroči fiksna nabavna količina. Nihanjem v povpraševanju sledimo s spreminjanjem časa med naročili. Tretji pristop neposredno povezuje ponudbo s povpraševanjem. Naročamo zadostne zaloge za zadovoljitev znanega povpraševanja v določenem obdobju. Tako čas kot naročena količina sta neposredno odvisna od povpraševanja. (Waters 2003, 55–57)

Koliko naročiti? Pri odgovoru na to vprašanje sta v ospredju vedno uspešnost (imeti zadostno količino zalog za zadovoljevanje potreb kupcev) in učinkovitost (sprejemati odločitve, ki pomagajo zmanjšati stroške). (Hofer 2020)

Ločimo 2 skupini metod, ki temeljita na načinih ocenjevanja povpraševanja.

1. **Metode neodvisnega povpraševanja:** predvidevajo, da je povpraševanje po artiklu neodvisno od povpraševanja po kateremkoli drugem. Agregatno povpraševanje po artiklu je sestavljeno iz več neodvisnih povpraševanj različnih potrošnikov. V tem primeru je edini razumen način napovedovanja prihodnjega povpraševanja projekcija preteklih trendov. Kontrola zalog je vezana na kvantitativne modele, ki povezujejo napovedano povpraševanje, stroške in druge spremenljivke za določitev optimalne količine in časa naročila. (Waters 2003, 57)
2. **Metode odvisnega povpraševanja:** povpraševanje po artiklih je velikokrat povezano. V proizvodnem obratu je npr. povpraševanje po komponentah, delih oz. podsklopih izdelka povezano prek proizvodnega načrta. (Muller 2011, 121–122) V teh primerih najdemo alternativno pot za napovedovanje povpraševanja. Povpraševanje po komponentah povežemo s proizvodnim načrtom končnih izdelkov. Sem sodita metodi MRP in Just in Time. (Waters 2003, 58)

4. Metode upravljanja z zalogami

V sledečem poglavju predstavimo modele pri odvisnem in neodvisnem povpraševanju za upravljanje in kontrolo zalog.

4.1. Metode pri neodvisnem povpraševanju

V okviru metod pri neodvisnem povpraševanju obravnavamo modele pri enakomernem in neenakomernem determinističnem povpraševanju, modele pri negotovem povpraševanju za eno obdobje in modele pri enakomernem stohastičnem povpraševanju.

4.1.1. Modeli pri enakomernem determinističnem povpraševanju

V pogojih enakomernega determinističnega povpraševanja se za določitev optimalne količine naročila uporabljata klasičen EOQ model in EOQ model z upoštevanjem količinskih popustov. Pri določanju optimalne količine proizvodnje pa se uporablja model EPQ.

4.1.1.1. Klasični model ekonomsko optimalne količine naročila

Model EOQ pomaga najti pravo količino celotnih zalog, s katero zadovoljimo potrebe in minimiziramo letne stroške zalog ter odpad. (Fernando 2023)

Model temelji na številnih predpostavkah:

- povpraševanje je znano, kontinuirano in konstantno ter neodvisno,
- vsi stroški so točno znani in se ne spreminjajo,
- pomanjkanja zalog ni,
- pretočni čas (angl. *lead time*) je enak 0,
- obravnavamo le en artikel, zato ne moremo prihraniti denarja z združevanjem več različnih artiklov v eno naročilo,
- nabavna cena na enoto in stroški naročanja se ne spreminjajo z naročeno količino,
- za vsako posamezno naročilo se izvede dostava,
- količinski popusti niso možni. (Muller 2011, 127–128)

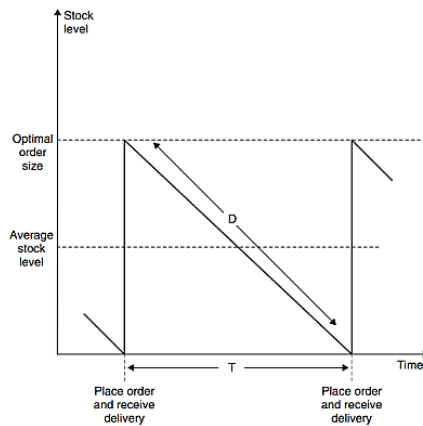


Figure 3.4 Features of one stock cycle

Slika 2: Lastnosti cikla zalog. (Waters 2003)

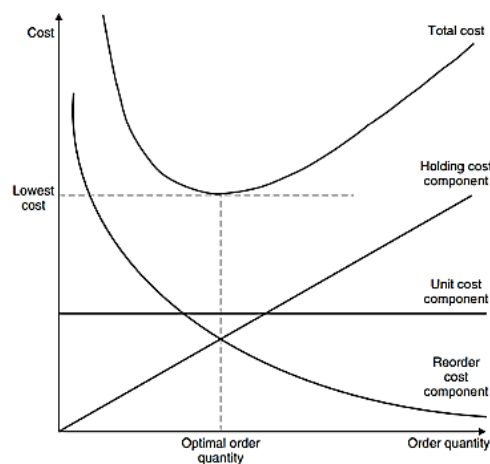


Figure 3.5 Variation of costs with order quantity

Slika 3: Spreminjanje stroškov glede na naročeno količino. (Waters 2003)

V modelu nastopajo stroški na enoto, stroški pridobitve novih zalog in stroški držanja zalog. Predpostavljamo, da pomanjkanja ni, torej tudi stroškov pomanjkanja ni. V ciklu zalog (slika 2) nastopajo 3 spremenljivke: **naročena količina** Q : fiksna velikost naročila, ki jo vedno naročamo, **čas enega cikla** T : čas med zaporednima naročiloma, ki je odvisen od naročene količine (večja količina = večji čas cikla) in **povpraševanje** D : št. enot, ki jih je treba imeti na zalogi v danem obdobju. Predpostavljamo, da je povpraševanje kontinuirano in konstantno. Edina spremenljivka, ki je neposredno pod našim nadzorom, je naročena količina. Ta je lahko poljubna.

Količina, ki vstopi v zalogo med ciklom, je Q , medtem ko je količina, ki izstopi, $D \times T$. Ti dve količini morata biti enaki, saj je nivo zalog na začetku in koncu cikla enak 0:

$$Q = D \times T$$

Celotni stroški cikla so vsota 3 komponent: TC = komponenta stroška na enoto + komponenta stroška pridobitve zaloge + komponenta stroška držanja zaloge.

- Komponenta stroška na enoto: strošek na enoto UC x število naročenih enot Q .
- Komponenta stroška pridobitve zaloge: strošek pridobitve zaloge RC x št. izvedenih naročil (1) = RC .
- Komponenta stroška držanja zaloge: strošek držanja zaloge HC x povprečna raven zaloge $Q/2$ x čas držanja zaloge T = $HC \times Q \times T/2$.

Celoten strošek na cikel: $UC \times Q + RC + \frac{HC \times Q \times T}{2}$. Da dobimo celoten strošek na enoto časa TC celoten strošek na cikel delimo z dolžino cikla T :

$$TC = \frac{UC \times Q}{T} + \frac{RC}{T} + \frac{HC \times Q}{2}$$

Vemo, da je $Q = D \times T$ ali $D = Q/T$, in ko vstavimo to v enačbo, dobimo:

$$TC = (UC \times D) + \frac{RC \times D}{Q} + \frac{(HC \times Q)}{2}$$

Komponenta stroška na enoto je fiksna, drugi dve komponenti pa se z naročeno količino spreminjata in ustvarjata spremenljiv strošek na enoto časa. Komponenta stroška držanja zalog linearno raste, komponenta stroškov pridobitve zaloge pa pada, ko naročena količina raste. Krivulja celotnih stroškov je asimetrične »U« oblike z izrazitim

minimumom, ki ustreza optimalni količini naročila. Pri naročilih, ki so manjša od optimuma, se stroški povečajo zaradi višjih stroškov pridobitve zalog. Pri naročilih, večjih od optimuma, se stroški povečajo zaradi večjih stroškov držanja zalog (slika 3). Optimalno količino naročila dobimo z odvodom funkcije celotnih stroškov po količini, ki ga izenačimo z 0 : $\frac{d(TC)}{d(Q)} = -\frac{(RC \times D)}{Q^2} + \frac{HC}{2} = 0$. Izrazimo Q in dobimo optimalno količino: $EOQ = Q_0 = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}}$

Sedaj izrazimo optimalno dolžino cikla T_0 . Vemo, da je $Q = D \times T$. V enačbi zamenjamo Q z Q_0 in izrazimo T_0 : $T_0 = \frac{Q_0}{D} = \sqrt{\frac{2 \times RC}{D \times HC}}$.

Izračunamo tudi optimalni strošek na enoto časa TC_0 . Poznamo formulo celotnih stroškov. Strošek na enoto je fiksni, zato se osredotočimo na preostali del, ki tvori variabilne stroške. $VC = \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC \times Q}{2}$. Optimalne variabilne stroške dobimo, ko Q zamenjamo z Q_0 . Ko rezultat primerjamo z Q_0 , vidimo da velja $VC_0 = HC \times Q_0$. Optimalni stroški na enoto časa so enaki vsoti fiksnega in variabilnega dela $TC_0 = UC \times D + VC_0$. Stroški pridobitve zalog in stroški držanja zalog so v ekonomsko optimalni količini nabave enaki $\sqrt{\frac{RC \cdot HC \cdot D}{2}}$.

$$\begin{aligned} VC_0 &= RC \times D \times \sqrt{\frac{HC}{2 \times RC \times D}} + \frac{HC}{2} \times \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}} \\ &= \sqrt{\frac{RC \times HC \times D}{2}} + \sqrt{\frac{RC \times HC \times D}{2}} \\ &= \sqrt{2 \times RC \times HC \times D} \end{aligned}$$

Ko so stroški pridobitve zalog visoki, EOQ model predlaga velike serije, kar otežuje načrtovanje proizvodnje, pomeni daljše dobavne roke za stranke, velik del kapitala je vezan v zalogah, potrebne so velike skladiščne zmogljivosti ipd. Pojavljajo se še drugi problemi: EOQ predlaga decimalno vrednost za blago, ki ga lahko nabavimo le v diskretnih enotah, dobavitelji ne želijo deliti standardnih velikosti paketov, dostava je izvedena z vozili s fiksnimi kapacitetami ipd. Včasih je bolj priročno zaokrožiti količino nabave. Kakšni so torej stroški v primeru, da ne nabavimo optimalne količine? Variabilni stroški blizu optimalne količine nabave ostajajo dokaj stabilni. Ko primerjamo min.

variabilne stroške VC_o pri optimalni količini nabave Q_o z variabilnimi stroški, dobimo :

$$\frac{VC}{VC_o} = \frac{RC \times D}{Q \times HC \times Q_o} + \frac{HC \times Q}{2 \times HC \times Q_o}. \text{ Ko uporabimo } Q_o = \sqrt{\frac{(2 \times RC \times D)}{HC}} \text{ dobimo:}$$

$$\frac{VC}{VC_o} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{Q_o}{Q} + \frac{Q}{Q_o} \right) \text{ (Waters 2003, 69-73, 77-80)}$$

Iskali smo odgovor na vprašanje, koliko naročiti in predvidevali, da je pretočni čas enak 0. Takoj, ko oddamo naročilo, blago prispe in je na voljo za uporabo. V praksi to skoraj nikoli ne velja. V interesu vseh deležnikov je, da je pretočni čas čim krajši. Kupci želijo hitro dostavo, dobavitelji pa visoko raven storitev za stranke in hkrati blaga ne želijo imeti dolgo v svojih zalogah. Z racionalizacijo poslovanja podjetja zmanjšajo pretočni čas, ki je lahko le malo daljši od časa, potrebnega za fizično dostavo. Če sta pretočni čas in povpraševanje (poraba) konstantna, je smiselno naročila razporediti tako, da v podjetje pridejo preden se obstoječe zaloge izčrpajo. Naročilo torej izvedemo pretočni čas prej, preden potrebujemo naročeno blago. Določiti je treba tudi točko ponovnega naročila ROL (angl. *reorder level*). Ko zaloge pade pod količino, določeno z ROL , izvedemo naročilo. Blago na zalogi mora pokriti povpraševanje do prispetja novega naročila. Povpraševanje in pretočni čas sta konstantna, torej je konstantna tudi količina zaloge, potrebna za pokritje pretočnega časa (*reorder level*). $ROL = \text{Pretočni čas } LT \times \text{povpraševanje (poraba) na enoto časa } D$ (slika 4). (Bussom 2014)

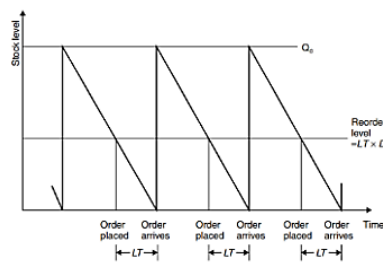


Figure 3.14 The lead time and corresponding reorder level

Slika 4: LT in ROL. (Waters 2003)

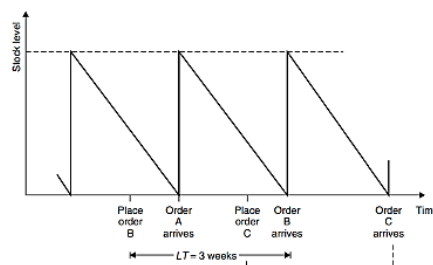


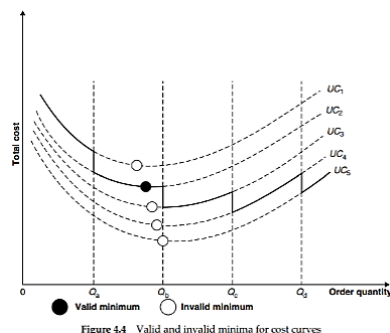
Figure 3.16 Timing when the lead time is longer than the cycle length

Slika 5: LT, ki je daljši od enega cikla zalog. (Waters 2003)

Pravilo, da je potrebno izvesti naročilo, ko zaloga pade pod količino, ki je potrebna za pokritje pretočnega časa, velja v primeru, ko je pretočni čas krajši od časa enega cikla. V primeru, da je ta daljši, pa je vmes vedno dostavljeno vsaj še eno naročilo (slika 5). V tem primeru velja: Povpraševanje v pretočnem času = $LT \times D$ = blago na zalogi + zaloga po prispelem naročilu. ROL = povpraševanje v pretočnem času – zaloga na naročilo. Če je pretočni čas zelo dolg, lahko vmes prispe več naročil. Če pretočni čas obsega med n in $n + 1$ ciklov, torej: $n \times T < LT < (n + 1) \times T$, vmes prispe n naročil. Če od povpraševanja (porabe) v pretočnem času odštejemo $n \times Q_0$, dobimo točko ponovnega naročila. (Waters 2003, 92–93)

4. 1. 1. 2 Model ekonomsko optimalne količine naročila z upoštevanjem količinskih popustov

Za razliko od klasičnega EOQ modela, ki predpostavlja, da so stroški fiksni, ta model predpostavlja, da se stroški z obsegom dobav spreminjajo. To pogosto vidimo pri znižanih cenah na enoto ob večjih naročilih. Tudi stroški pridobitve zalog (npr. transportni stroški) in stroški držanja zalog (npr. stroški skladiščenja) se lahko z obsegom nabav spreminjajo. Popusti imajo za posledico stopničasto in nezvezno krivuljo skupnih stroškov. Stroški držanja zalog na enoto so izraženi kot delež I stroška na enoto UC_i . Minimum (v nadaljevanju min.) vsake krivulje celotnih stroškov je izražen kot Q_{oi} . Q_{o1} , pomeni najmanjše stroške na krivulji celotnih stroškov UC_1 . Vemo, da velja: $Q_{oi} = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{I \times UC_i}}$. Za vsako krivuljo je ta min. lahko veljaven ali ne. Veljaven, v primeru da sodi v interval količine naročila pri določenem strošku na enoto, neveljaven pa če pade izven intervala. (Bolton 2023) S slike 6 vidimo, da veljavna krivulja celotnih stroškov vedno raste levo od veljavnega min. To pomeni, da mora biti min. veljavne krivulje celotnih stroškov v veljavnem min. ali desno od njega. Ugotovimo, da je min. veljavne krivulje celotnih stroškov lahko le v veljavnem min. ali v prelomni točki. Vse, kar je treba storiti, da bi našli min. veljavne krivulje celotnih stroškov, je poiskati veljaven min. in celotne stroške v veljavnem min. primerjati s celotnimi stroški v vsaki prelomni točki desno od veljavnega min. Optimalna količina ustreza najnižjemu strošku. (Waters 2003, 100–104)



Slika 6: Veljaven in neveljaven minimum celotnih stroškov. (Waters 2003)

4. 1. 1. 3 Optimalna velikost proizvodne serije (EPQ)

EPQ model pomaga proizvajalcem določiti optimalno količino proizvodnje. Koncept je podoben EOQ modelu, le da ta model uporabljajo samo v proizvodnih podjetjih pri komponentah končnega izdelka, ki jih proizvajajo v podjetju. Še vedno držijo vse predpostavke EOQ modela. Ko prejmemo naročilo pri EOQ modelu, zaloga takoj poskoči na nivo Q . To ne drži pri EPQ modelu, saj proizvajalec potrebuje čas za proizvodnjo komponent. Imamo nivo proizvodnje P in nivo povpraševanja D (ki je lahko notranje ali zunanje), zaloge pa rastejo s stopnjo $P-D$. Po preteku časa PT se odločimo ustaviti proizvodnjo. Potem se zaloga porablja za zadovoljitev povpraševanja s stopnjo D . Čez čas DT porabimo vso zalogo in spet moramo zagnati proizvodnjo. (Bolton, 2023)

Maksimalni nivo zalog (točka A na sliki 7) dobimo, ko stopnjo rasti zalog $P-D$ pomnožimo s časom PT . Celotna proizvodnja v obdobju je enaka $Q = P \times PT$ oz. $PT = \frac{Q}{P}$. Ko v enačbi za izračun maksimalnega nivoja zalog uporabimo tako izražen PT , dobimo:

$$A = \frac{Q \times (P - D)}{P}$$

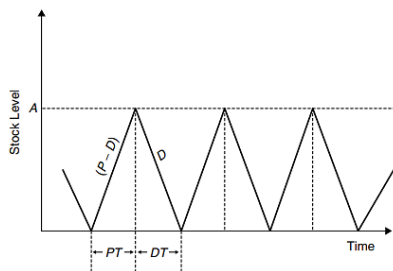


Figure 4.12 Variation in stock level with finite replenishment rate

Slika 7: EPQ model. (Waters 2003)

Sedaj dodamo komponente stroškov na cikel:

- Strošek na enoto: št. proizvedenih enot Q x strošek na enoto UC .
- Strošek vzpostavitve nove serije: št. vzpostavitev proizvodnje (1) x strošek vzpostavitve nove serije SC .
- Strošek držanja zaloga: povprečno stanje zaloga $A/2$ x čas držanja zaloga T x strošek držanja $HC = \frac{HC \times A \times T}{2} = \left(\frac{HC \times Q \times T}{2} \times \frac{P-D}{P} \right)$.

Ko seštejemo vse stroške in jih delimo z dolžino cikla T , dobimo celotne stroške na enoto časa TC : $TC = \frac{UC \times Q}{T} + \frac{SC}{T} + \frac{HC \times Q}{2} \times \frac{P-D}{P}$. Ob uporabi enačbe $Q = D \times T$ oz. $T = \frac{Q}{D}$

dobimo: $TC = (UC \times D) + \frac{SC \times D}{Q} + \frac{HC \times Q}{2} \times \frac{P-D}{P}$. Če to primerjamo z EOQ modelom, vidimo, da se celotni stroški razlikujejo le za faktor $\frac{P-D}{P}$. Graf celotnih stroškov glede na velikost serije je spet asimetrična U-krivulja z izrazitim minimumom, ki ga dobimo z

odvodom celotnih stroškov po količini, ki ga izenačimo z 0: $\frac{d(TC)}{d(Q)} = \frac{RC \times D}{Q^2} + \frac{HC}{2} \times \left(\frac{P-D}{P} \right) = 0$

$(Q_0)^2 = \left(\frac{2 \times RC \times D}{HC} \right) \times \left(\frac{P}{P-D} \right)$ Optimalna velikost proizvodne serije:

$$Q_0 = \sqrt{\left(\frac{2 \times RC \times D}{HC} \right) \times \left(\frac{P}{P-D} \right)}$$

Z uporabo formule $Q_0 = D \times T_0$ dobimo optimalno dolžino cikla. (Waters 2003, 114–116)

Predpostavljali smo, da so stroški, povpraševanje, pretočni čas in ostali parametri znani in negotovosti npr. višanja cen zaradi inflacije, pojava novih izdelkov, motenj v dobavnih verigah, sprememb konkurence, uvedbe novih zakonov ipd. ni. Z vidika organizacije je negotovost najbolj povezana s povpraševanjem potrošnikov, ki niha naključno ali sledi nekemu dolgoročnemu trendu. Negotovost najdemo v številnih vidikih zaloga. Lahko je posledica notranjega poslovanja (razlik v materialih, uporabi orodij, zaposlenih, njihovem razpoloženju). V ta namen določimo odstopanja, ki jih v podjetju še dopuščamo. Na negotovost vplivajo tudi zunanji dejavniki. Nanje organizacije nimajo vpliva. Vsaka organizacija deluje v okolju, ki ga določajo mednarodni trgovinski pogoji, nacionalno gospodarstvo, vladne politike, konkurenca, poslovanje dobaviteljev itd. To vpliva na povpraševanje, stroške, pretočni čas in dobavo. Največji problem pri stohastičnem

povpraševanju je povpraševanje v pretočnem času. Nihanje izven njega ni pomembno, saj takrat še lahko spreminjamo čas in velikost naslednjega naročila, ko pa izvedemo naročilo in smo znotraj pretočnega časa, je prepozno za prilagoditve. Če je povpraševanje izven pretočnega časa večje od pričakovanega, prej dosežemo točko ponovnega naročila, če pa je povpraševanje znotraj pretočnega časa večje od pričakovanega, pride do pomanjkanja zalog. (Waters 2003, 148–149)

4.1.2. Modeli pri neenakomernem determinističnem povpraševanju

Gre za znano povpraševanje, ki je neenakomerno oz. dinamično. Povpraševanje za posamezna obdobja poznamo, a se od obdobja do obdobja razlikuje. S temi predpostavkami se podjetje sreča, ko planira potrebe po materialih ali pri planiranju proizvodnje, ko je prisotna sezonska komponenta. Pri tem se lahko, če je variabilnost povpraševanja med posameznimi obdobji nizka, uporabi EOQ model, s to razliko, da se upošteva povprečna poraba v celotnem obravnavanem daljšem obdobju. (Sedej 2005, 19)

4.1.3. Modeli pri stohastičnem povpraševanju za eno obdobje

Mejna analiza (angl. *Marginal Analysis*)

Modeli, ki smo jih obravnavali doslej, predpostavljajo stabilne razmere, v katerih želimo minimizirati stroške na dolgi rok. Včasih kljub vsemu potrebujemo modele za krajši rok, včasih celo za eno samo obdobje. Npr. prodajalec časopisov, ki kupuje nedeljski časopis pri veletrgovcu, želi imeti dovolj kopij, da bo v nedeljskem jutru zadostil povpraševanju, ne želi pa zalog po tem. Problema naročanja za cikel se lotimo z uporabo modela mejne analize, ki upošteva pričakovani dobiček in izgubo na vsaki enoti. Predpostavljamo, da:

- je povpraševanje D diskretno,
- kupimo Q enot določenega artikla,

- nekaj enot v ciklu prodamo, da zadostimo povpraševanju D , enote, ki jih nismo prodali $Q - D$, pa na koncu cikla zavržemo po nižji vrednosti,
- $Prob(D > Q)$ = verjetnost, da je povpraševanje v ciklu večje kot Q ,
- SP = prodajna cena enote v ciklu, SV = vrednost neprodanih enot na koncu cikla.

Dobiček pri vsaki prodani enoti je $(SP - UC)$, torej je pričakovan dobiček pri prodaji enote Q : $Prob(D \geq Q) \times (SP - UC)$. Izguba pri vsaki preostali enoti, ki jo prodamo po SV vrednosti, je $(UC - SV)$, torej je pričakovana izguba enote Q : $Prob(D < Q) \times (UC - SV)$. Kupili bomo Q enot le, če bo pričakovani dobiček večji od pričakovane izgube:

$$\begin{aligned} Prob(D \geq Q) \times (SP - UC) &\geq Prob(D < Q) \times (UC - SV) \\ &\geq (1 - Prob(D \geq Q)) \times (UC - SV) \end{aligned}$$

To preoblikujemo in dobimo: $Prob(D \geq Q) \geq (UC - SV)/(SP - SV)$.

Začnemo z malo vrednostjo Q , ki jo počasi večamo, pričakovani dobiček pa raste, dokler neenakost velja. V določeni točki neenakost ne velja več, kar pomeni, da bi imela zadnja enota pričakovano izgubo in bi neto dobiček začel padati. To nakazuje najboljšo vrednost za velikost naročila. (Waters 2003, 154)

News vendor problem

Prodajalec časopisov se mora odločiti, koliko kopij naj kupi, ko je povpraševanje negotovo. Če kupi preveč kopij, mu ostanejo neprodane zaloge, ki so na koncu dneva brez vrednosti, če kupi premalo kopij, ima nezadovoljeno povpraševanje, ki bi lahko prineslo večji dobiček. (Hofer 2020) Mejna analiza temelji na intuitivnem sklepanju, lahko pa uporabimo bolj formalen pristop za potrditev rezultatov. Predpostavljamo, da je prodajalec časopisov kupil Q kopij. Če je povpraševanje D večje od Q -ja, je prodajalec prodal vse kopije in ustvaril dobiček v višini $Q \times (SP - UC)$ (predpostavka: ni kazni za izgubljeno prodajo). Če je povpraševanje D manjše od Q -ja, prodajalec proda le D časopisov po polni ceni in dobi vrednost SV za vsak preostali časopis $Q - D$. V tem primeru ustvari dobiček $D \times SP + (Q - D) \times SV - Q \times UC$.

Optimalna vrednost za Q maksimira pričakovan dobiček. Da bi poenostavili izračun, predpostavimo, da je $SV = 0$. V tem primeru dobimo vrednosti za povpraševanje, dobiček

in verjetnost na sliki. Pričakovan dobiček $EP(Q)$ pri nakupu Q časopisov je vsota dobičkov, pomnoženih z njihovimi verjetnostmi.

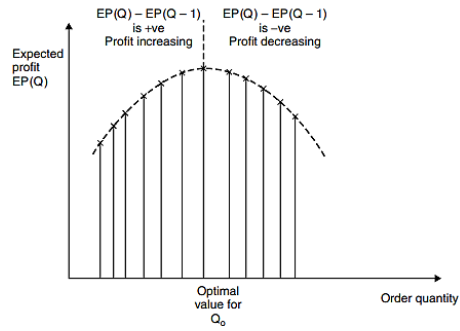
$$EP(Q) = (\sum (\text{pričakovanih dobičkov, ko } D < Q) + \sum (\text{pričakovanih dobičkov, ko } D \geq Q))$$

$$= \sum_{D=0}^Q [D \times SP - Q \times UC] \times Prob(D) + \sum_{D=Q+1}^{\infty} Q \times [SP - UC] \times Prob(D) =$$

$$SP \times \left[\sum_{D=0}^Q D \times Prob(D) + Q \times \sum_{D=Q+1}^{\infty} Prob(D) \right] - Q \times UC$$

Pričakovani dobiček raste s količino naročila, dokler ne doseže maksimuma, potem začne padati.

Demand	Profit	Probability
0	$0 \times SP - Q \times UC$	Prob(0)
1	$1 \times SP - Q \times UC$	Prob(1)
2	$2 \times SP - Q \times UC$	Prob(2)
:	:	:
:	:	:
:	:	:
Q - 1	$(Q - 1) \times SP - Q \times UC$	Prob(Q - 1)
Q	$Q \times (SP - UC)$	Prob(Q)
Q + 1	$Q \times (SP - UC)$	Prob(Q + 1)
:	:	:
:	:	:
:	:	:
∞	$Q \times (SP - UC)$	Prob(∞)



Slika 8: Vrednosti za povpraševanje, dobiček in verjetnost pri nakupu posamezne kopije. (Waters 2003)

Če je $EP(Q) - EP(Q - 1)$ pozitivno število, dobiček z dodatnimi kopijami časopisa raste.

Če je $EP(Q) - EP(Q - 1)$ negativno število, pa dobiček z dodatnimi kopijami pada.

Optimalna količina naročila Q_0 je točka, pri kateri se bo dobiček začel zmanjševati, če bo kupljena dodatna kopija (slika 8). Našli smo $EP(Q)$. Če namesto Q vstavimo $(Q - 1)$ dobimo pričakovani dobiček, če prodajalec časopisov kupi $(Q - 1)$ kopij časopisa:

$$EP(Q - 1) = SP \times \left[\sum_{D=0}^{Q-1} D \times Prob(D) + (Q - 1) \times \sum_{D=Q}^{\infty} Prob(D) \right] - (Q - 1) \times UC$$

$$EP(Q_0) - EP(Q_0 - 1) = SP \times \left[\sum_{D=Q_0}^{\infty} Prob(D) - \frac{UC}{SP} \right]$$

$$EP(Q_0 + 1) - EP(Q_0) = SP \times \left[\sum_{D=Q_0+1}^{\infty} Prob(D) - \frac{UC}{SP} \right]$$

Želimo najti točko, kjer velja: $EP(Q_0) - EP(Q_0 - 1) > 0 > EP(Q_0 + 1) - EP(Q_0)$
ali

$$SP \times \left[\sum_{D=Q_0}^{\infty} \text{Prob}(D) - \frac{UC}{SP} \right] > 0 > SP \times \left[\sum_{D=Q_0+1}^{\infty} \text{Prob}(D) - \frac{UC}{SP} \right]$$

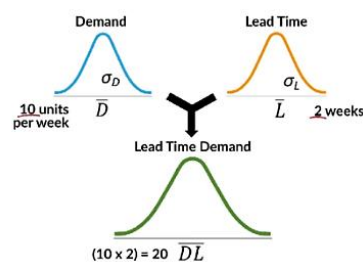
Dobimo: $Prob(D \geq Q_0) > \frac{UC}{SP} > Prob(D \geq Q_0 + 1)$

To je rezultat, ki smo ga dobili pri mejni analizi, ko je $SV = 0$. Če vključimo SV v to analizo, dobimo končni rezultat: $Prob(D \geq Q_0) > \frac{UC - SV}{SP - SV} > Prob(D \geq Q_0 + 1)$

(Waters 2003, 156–159; Cachon in Terwiesch 2013, 250–254)

4.1.4. Modeli pri enakomernem stohastičnem povpraševanju

Podjetja se srečujejo z negotovostjo glede bodočega povpraševanja. Če je agregatno povpraševanje po izdelku vsota velikega števila majhnih povpraševanj posameznih kupcev, je razumno predpostavljati, da je povpraševanje zvezno in normalno porazdeljeno s povprečjem in standardnim odklonom. Podjetja lahko predvidijo, kakšno bo povprečno povpraševanje \bar{D} in kako bo povpraševanje razpršeno okrog povprečja – standardni odklon povpraševanja $\sigma(D)$. Povprečje in standardni odklon definirata verjetnostno porazdelitev povpraševanja. Drugi vir negotovosti je pretočni čas. Tudi porazdelitev pretočnega časa opišemo s povprečnim pretočnim časom \bar{L} in standardnim odklonom $\sigma(L)$. Stopnja negotovosti, s katero imamo opravka, je kombinacija negotovosti povpraševanja in pretočnega časa – porazdelitev povpraševanja v pretočnem času. Povprečje te porazdelitve \bar{DL} je produkt povprečnega povpraševanja in povprečnega pretočnega časa, standardni odklon pa $\sigma(DL)$ (slika 9). (Hofer 2020)

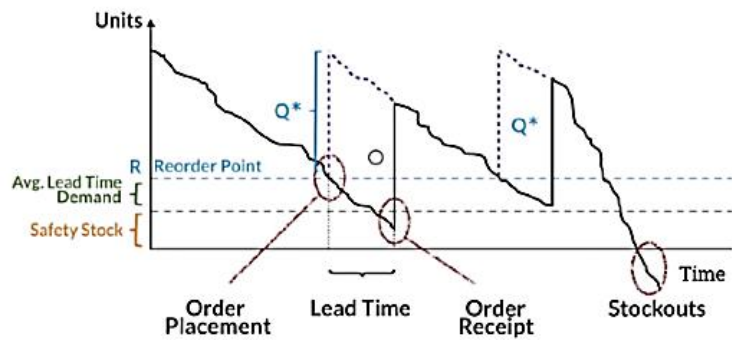


Slika 9: Verjetnostna porazdelitev povpraševanja v pretočnem času. (Hofer 2020)

Podjetje mora imeti zaloge, s katerimi ublaži negativne posledice morebitnega slabega predvidevanja povpraševanja ali pa zamud pri dobavi potrebnega blaga. Varnostne zaloge ščitijo podjetje pred izčrpanjem zalog. (Došenović 2008, 14) Pojavlja se vprašanje, koliko varnostnih zalog naj podjetje ima. Določimo raven storitve, tj. ciljni delež povpraševanja, ki ga zadovoljimo neposredno iz zalog. Po navadi podjetje določi 95 % raven storitve, kar pomeni, da bo 95 % povpraševanja zadovoljenih iz zalog oz. ne bo zadovoljilo preostalih 5 %. Problem pri tej definiciji je neupoštevanje pogostosti naročanja. 90 % raven storitve pomeni, da bo pri artiklu, ki ga naročamo dnevno, do pomanjkanja prišlo enkrat v 10 dneh, pri artiklu, ki ga naročamo letno, pa enkrat v 10 letih. Osredotočili se bomo na raven storitve v ciklu (verjetnost zadovoljitve povpraševanja v ciklu). Da bi povišali raven storitve, moramo imeti več varnostnih zalog. Pomemben dejavnik pri postavljanju količine varnostnih zalog je nihanje povpraševanja v pretočnem času. Majhno nihanje pomeni nizke varnostne zaloge, večje nihanje pa večje. (Waters 2003, 171–172)

4. 1. 4. 1. Kontinuirano spremljanje zalog in (R, Q) model

Zaloge se zmanjšujejo. Na določeni točki R (angl. *reorder point*) se nivo zalog zmanjša na takšno raven, da je potrebno oddati novo naročilo velikosti Q . Ob vsakem zmanjšanju zaloge se izpiše natančno stanje, ki ga nato primerjamo s točko R . Tako v vsakem trenutku vemo, ali moramo sprožiti naročilo ali ne. Točka ponovnega naročila je vsota povprečnega povpraševanja v pretočnem času in varnostnih zalog. Po določenem času prejmemo to naročilo in je dodano zalogam. Začne se nov cikel. Ključna sta točka ponovnega naročila R , ki pove, kdaj oddati naročilo, in velikost naročila Q . Lahko se zgodi, da je povpraševanje v pretočnem času preveliko in ostanemo brez zalog (slika 10).



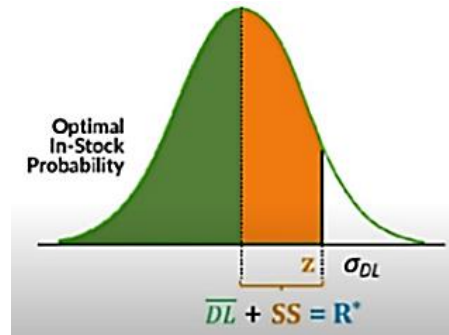
Slika 10: Grafična ponazoritev R, Q modela. (Hofer 2020)

$$G(Q, R) = \underbrace{H \cdot \left(\frac{Q}{2} + R - \overline{DL} \right)}_{\substack{\text{Cycle Stock} \\ \text{Safety Stock}}} + \underbrace{\frac{D}{Q} \cdot S}_{\text{Order Costs}} + \underbrace{P \cdot n(R) \cdot \frac{D}{Q}}_{\substack{\text{Backorder Cost} \\ \text{Exp. No. of Units Out of Stock Per Cycle}}}$$

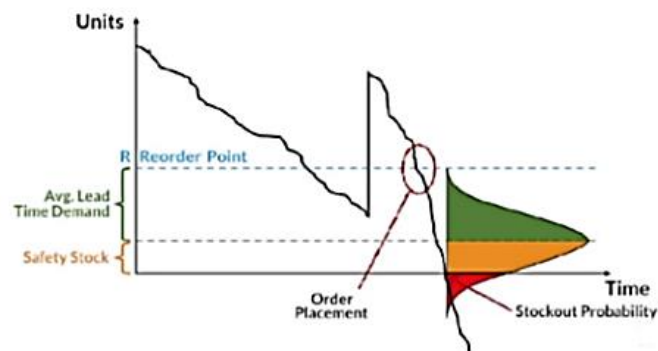
Slika 11: Funkcija celotnih stroškov v R, Q modelu. (Hofer 2020)

Tako kot v EOQ modelu, imamo tudi v R, Q modelu stroške pridobitve naročila in stroške držanja zalog, poleg teh pa še stroške držanja varnostnih zalog in stroške pomanjkanja zalog (slika 11). Optimalni vrednosti R in Q sta tisti, pri katerih je vsota stroškov najmanjša. Min. celotni stroški so pri optimalni velikosti naročila: $Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot ((RC) + P \cdot n(R))}{(HC)}}$ in pri optimalni točki ponovnega naročila, ki jo določimo s pomočjo optimalne ravni storitve. Na grafu gostote verjetnosti povpraševanja v pretočnem času (slika 12) je raven storitve označena z zeleno bravo. Graf zasučemo za 90 stopinj in v graf vgradimo ravni zalog v času (slika 13). Na določeni točki zaloga pade na raven, ko je treba oddati novo naročilo, vmes pa še obstaja povpraševanje. Raven storitve je verjetnost, da naročeno prejmemo, preden nam zalog zmanjka. Če je točka R enaka povprečnemu povpraševanju v pretočnem času, je raven storitve 50 % (do izčrpanja zalog pride v 50 % primerov). Predvideno povpraševanje je v primeru normalno porazdeljenega povpraševanja enako povprečnemu. Varnostne zaloge pomagajo doseči željeno raven storitve in zmanjšujejo verjetnost pomanjkanja zalog. Za izračun varnostnih zalog moramo ugotoviti, koliko standardnih odklonov dodati povprečju, da pokrijemo

željeno gostoto verjetnosti pod porazdelitvijo povpraševanja v pretočnem času. S produktom standardnega odklona pretočnega časa in standardizirane normalne spremenljivke z dobimo željeno raven varnostnih zalog. Vsota varnostnih zalog in povprečne ravni povpraševanja v pretočnem času da optimalno točko R . (Hofer 2020)



Slika 12: Graf gostote verjetnosti povpraševanja v LT. (Hofer 2020)



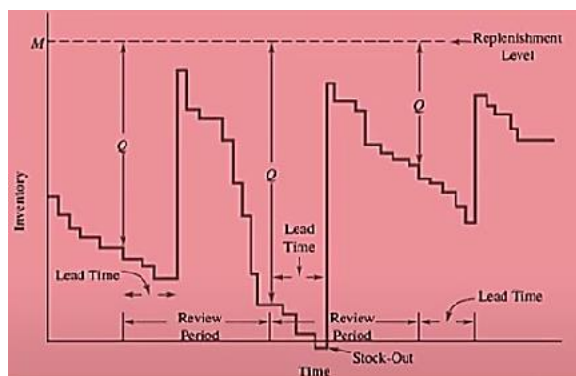
Slika 13: Graf ravni zalog v času. (Hofer 2020)

Ko sta negotova povpraševanje in pretočni čas, povprečno povpraševanje v pretočnem času \overline{DL} izračunamo kot produkt povprečja pretočnega časa \overline{L} in povprečja povpraševanja \overline{D} , standardni odklon povpraševanja v pretočnem času $\sigma_{(DL)}$ pa po formuli $\sigma_{(DL)} = \sqrt{(\overline{L}\sigma_{(D)})^2 + (\overline{D}\sigma_{(LT)})^2}$. Ko se povečata nivo ali negotovost povpraševanja oz. povprečje ali negotovost pretočnega časa, se poveča vsesplošna negotovost. Če je pretočni čas konstanten, povpraševanje pa negotovo, standardni odklon povpraševanja v pretočnem času $\sigma_{(DL)}$ izračunamo kot produkt standardnega odklona povpraševanja $\sigma_{(D)}$ in korena pretočnega časa: $\sqrt{\overline{L}} \times \sigma_{(D)}$, varnostne zaloge pa kot $z \times \sigma_{(DL)}$. (Bussom 2014) Sistem je uporaben pri artiklih z visoko vrednostjo, saj velja: sistem pri naročanju uporablja optimalno količino, varnostna zaloga je potrebna samo za obdobje LT, kontrola zalog pa je odvisna od njihovega obračanja.

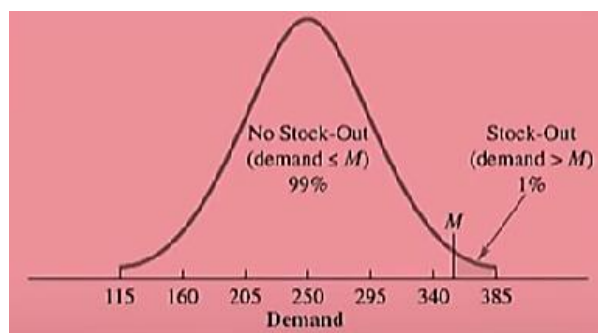
4. 1. 4. 2. Periodično spremljanje zalog

Metoda fiksne količine se na negotovost odziva z oddajo naročil fiksne velikosti v različnih časovnih intervalih, metoda periodičnega spremljanja zalog pa z oddajo naročil različnih velikosti v fiksnih časovnih intervalih. Pri metodi periodičnega spremljanja zalog, zaloge pregledamo ob specifičnem času in naročimo količino, ki je potrebna, da dosežemo ciljni nivo. Tudi pri tem sistemu lahko uporabljamo koncept ekonomsko optimalne količine naročila, saj pri določanju obdobja naročanja izberemo tak interval, da se bo v povprečju naročala ekonomsko optimalna količina. »Kakšen naj bo interval med oddajo naročil $T + LT$ ob predpostavki, da je pretočni čas konstanten?« in »Kakšna naj bo ciljna količina naročila M ?« Pri tem predpostavljamo, da je pretočni čas manjši od intervala T . V tem primeru je količina, ki jo naročimo pri vsakem pregledu enaka $Q = M - H$, pri čemer je M ciljna raven zalog, H pa so zaloge, ki jih imamo v času pregleda. Ker je povpraševanje stohastično, sta tako zaloga H kot tudi naročena količina Q , spremenljivi. Dejanska raven zalog nikoli ne doseže ravni M , saj se v pretočnem času raven zalog zmanjšuje, preden prispe naročena količina (slika 14). (Waters 2003, 321–324) Določiti je treba raven M , pri kateri bo verjetnost pomanjkanja zalog najmanjša. Naročena količina Q mora biti ob vsakem pregledu zadostna, da pokrije povpraševanje v intervalu naročanja in povpraševanje v pretočnem času za naslednje naročilo. Slika 15 prikazuje normalno verjetnostno porazdelitev povpraševanja v intervalu naročanja in v pretočnem času. Vidimo ciljno raven M z 1 % verjetnostjo, da bo prišlo do pomanjkanja zalog. M izrazimo kot vsoto produkta povprečnega povpraševanja \bar{d} v intervalu naročanja ter v pretočnem času $T + LT$ in standardnega odklona v intervalu naročanja in v pretočnem času $\sigma\sqrt{(T + LT)}$, pomnoženega s spremenljivko z (varnostne zaloge). z predstavlja št. standardnih odklonov, potrebnih za doseganje željene ravni storitve. (Ramesh 2022)

Sistem je primeren za uporabo pri zalogah nižje vrednosti. Slabost modela je, da za enako raven storitve zahteva več varnostnih zalog kot kontinuiran sistem (čas, za katerega mora podjetje zagotoviti varnostno zalogo je daljši, standardni odklon povpraševanja pa višji). Pri naročanju večjih količin in združevanju različnih artiklov v naročilo lahko podjetje znižuje stroške naročanja na enoto, transportne stroške in uveljavlja količinske popuste.



Slika 14: Periodično spremljanje zalog. (Ramesh 2022)



Slika 15: Verjetnostna porazdelitev povpraševanja v intervalu $T + LT$. (Ramesh 2022)

4.2. Modeli zalog za odvisno povpraševanje

V nadaljevanju predstavimo modela zalog pri odvisnem povpraševanju.

4.2.1. Just in Time (JIT)

Proizvodni model je nastal na Japonskem med leti 1960 in 1970. K razvoju je največ prispevalo podjetje Toyota Motor. Metoda omogoča podjetju velik prihranek denarja in zmanjšanje odpada, saj to hrani le zaloge, ki jih potrebuje za proizvodnjo in prodajo izdelkov. Pristop zmanjšuje stroške držanja zalog ter stroške likvidacije presežnih zalog. Poleg tega pa povzroča večje obračanje zalog. A JIT sistem je tvegan. Podjetje ima lahko težave v primeru zakasnelih pošiljk, nezadostnih dobavljenih količin in morebitnih dobav napačnega materiala. (Završnik 2008, 83)

4. 2. 2. Materials Requirements Planning (MRP)

MRP je računalniško podprt sistem za upravljanje zalog. Gre za model, ki oskrbo z materiali in surovinami direktno povezuje s povpraševanjem. Alternativne metode pri neodvisnem povpraševanju hranijo zaloge, ki so dovolj velike, da bi pokrile kakršnokoli verjetno povpraševanje. Pri MRP sistemu so zaloge po navadi nizke, metode neodvisnega povpraševanja pa ne upoštevajo načrta proizvodnje, zato imamo več zalog za primer, ko bi jih potrebovali. (Waters 2003, 310–311). MRP pomaga podjetjem definirati, koliko katerega materiala in surovin, komponent in delov potrebujejo ter kdaj, da bo končni izdelek pravočasno pripravljen za kupce. Za delovanje MRP-ja so najpomembnejši naslednji **inputi**: operativni plan (angl. *master schedule* – št. enot izdelka, ki mora biti narejeno v določenem obdobju), kosovnica (angl. *bill of materials* – seznam podsklopov, materialov, delov potrebnih za proizvodnjo izdelka in vrstni red, v katerem se porabljajo) in stanje zalog (angl. *inventory level*). (Kenton 2022) Za vsak material velja: **Bruto zahteve** = št. končnih izdelkov x količina materiala za vsako enoto končnega izdelka, **Neto zahteve** = bruto zahteve – trenutno stanje zaloge materiala – naročen material. Naročilo izvedemo pretočni čas preden material potrebujemo. Ko upoštevamo še min. velikost naročila, popuste, min. nivo zalog in nihanje pretočnega časa, dobimo natančno časovnico naročil. **Koristi** pri uvedbi modela so nižje ravni zalog (prihranek prostora, nižji stroški), hitrejša obračanja zalog, boljše storitve za stranke (ni zamud zaradi pomanjkanja materiala), boljše načrtovanje. MRP opozarja na probleme – podjetje npr. ne bo opazilo, da ima nezanesljivega dobavitelja, če bo imelo vedno toliko zalog, da se bo izognilo težavam. S časovnico naročanja materialov lahko načrtujemo potrebno opremo, razporejamo ljudi, ki bodo delali s to opremo, načrtujemo prevoz ljudi, dostavo končnih proizvodov kupcem, distribucijo itd. Ni razloga, da bi se omejili le na načrtovanje osnovnih virov. (MRP II sistem). (Waters 2003, 312–313; 321–323)

5. Analiza in vrednotenje zalog

V tem poglavju obravnavamo metode vrednotenja in njihov vpliv na stroške porabljenega materiala/prodanega blaga, bruto in neto dobiček ter na davčno obveznost podjetja. Obrazložimo tudi tehnike analiziranja zalog.

5. 1. Metode vrednotenja materiala in trgovskega blaga

FIFO in LIFO sta metodi vrednotenja, ki predvidevata točno določen red toka zalog. FIFO predvideva, da je najprej prodano starejše blago/porabljen starejši material, LIFO pa da je najprej prodano novo blago/porabljen nov material. Rezultat metode FIFO je višja končna vrednost zalog in nižji strošek prodanega blaga/porabljenega materiala, rezultat metode LIFO pa nižja končna vrednost zalog in višji strošek prodanega blaga/porabe materiala. (Inventory Accuracy 2023) V pogojih inflacije, ko cene rastejo, rastejo tudi stroški zalog. FIFO metoda lahko torej povzroči, da bruto dobiček izgleda večji, saj usklajuje prihodke s »starejšimi, nižjimi« stroški prodanega blaga. Bruto dobiček je pri uporabi FIFO metode večji kot pri LIFO in AVCO metodi. A visoki dobički pomenijo tudi višji davek od dohodka pravnih oseb, kar negativno vpliva na denarni tok. LIFO metoda omogoča, da uskladimo prihodke z najnovejšimi stroški prodanega blaga in tako odraža trenutno uspešnost podjetja. V času visoke inflacije, so najnovejši stroški blaga tudi najvišji, kar pomeni večje stroške prodanega blaga in nižji bruto dobiček kot pri FIFO metodi, a tudi nižje davke in več denarja, ki ga lahko uporabimo na drugih področjih poslovanja. Metode LIFO ne dovoljujejo MSRP. Pri AVCO metodi tehtano povprečno ceno izračunamo tako, da skupno vrednost nabave delimo s skupno količino nabave. AVCO metoda usklajuje prihodke s povprečnim stroškom prodanega blaga. Pri uporabi AVCO metode je višina stroškov prodanega blaga med stroški prodanega blaga po LIFO in FIFO metodi. Enako velja tudi za bruto dobiček. (Hearle 2019) Poznamo tudi metodo HIFO, pri kateri najprej porabimo zaloge z najvišjo nabavno ceno. Tu je strošek porabljenega materiala/prodanega blaga najvišji, kar pomeni tudi nižje davke. A tudi te

metode MSRP ne priznavajo in se zato ne uporablja v praksi. (Hayes 2022) V rabi je tudi metoda FEFO. Metoda je primerna za distribucijske centre, ki se ukvarjajo s pokvarljivim blagom. Blago, ki je prvo prišlo v skladišče, se porabi najprej.

5. 2. Tehnike analiziranja zalog

V tem podglavju navajamo tehnike analiziranja zalog – kazalnike in ABC analizo.

Kazalniki:

Obratna sredstva, kamor spadajo tudi zaloge, se spreminjajo iz ene oblike v drugo in najmanj enkrat v letu zaključijo reprodukcijski tok. To ne pomeni, da posamezne surovine ali proizvodi ne ostanejo dlje v skladišču. Vendar gledano vsa obratna sredstva se le-ta, odvisno od panoge dejavnosti, obrnejo običajno nekajkrat v letu, v posameznih primerih pa že v nekaj dneh. Hitrost obračanja vpliva na uspešnost poslovanja v obdobju. Večkrat kot se poslovna sredstva obrnejo, večji je uspeh. Npr. podjetje nakupi velike zaloge materiala. Del vlaganj v zaloge, bi lahko posodilo ali investiralo in tako povečalo dobiček. (Pučko 1998, 70) Če je koeficient obračanja zalog v primerjavi s koeficientom v preteklem letu višji, je podjetje dobro upravljalo z zalogami, doseglo višjo likvidnost in prodajo. A previsok koeficient obračanja zalog lahko povzroči, da stroški naročanja narastejo bolj, kot se znižujejo stroški držanja zalog. V tem primeru mora nabavna služba zmanjšati število naročanj in povečati količino naročila. (Kastelic 2006, 35) V panogah s pokvarljivim blagom je priporočljiv višji koeficient obračanja, da se preprečijo izgube zalog zaradi kvarjenja. (Jenkins 2022) Hitrost obračanja obratnih sredstev merimo na 2 načina:

1. Koeficient obračanja zalog = čisti prihodki od prodaje/povprečno stanje obratnih sredstev v istem obdobju ALI št. dni v letu/dnevi vezave zalog materiala.

2. Trajanje enega obrata/št. dni vezave zalog: Trajanje enega obrata = 365 dni/koeficient obračanja. Ta kazalnik nam pove št. dni, ko so sredstva podjetja vezana v zalogah.

Kazalnike je mogoče računati za različno dolga časovna obdobja in različne grupacije zalog (celotne zaloge, zaloge stroškovnega mesta, zaloge skupine artiklov ipd.). (Kastelic 2006, 36) Pri ocenjevanju uspešnosti upravljanja z zalogami se uporablja tudi koeficient pokritosti zalog, ki pokaže za koliko dni nam trenutna zaloga, ki je v skladišču, še zadošča. Izračunamo ga kot kvocient med zalogo materiala na določen dan ter povprečno porabo na dan v opazovanem obdobju. (Kržišnik 2014, 21–22)

ABC analiza:

ABC analiza izhaja iz Paretovega pravila 80:20, ki pravi: za katerikoli dogodek velja 80 % rezultatov ali *outputov* je posledica 20 % vzrokov ali *inputov*. Pri upravljanju zalog manjši odstotek artiklov prispeva k večini vrednosti zalog ali večini prihodkov od prodaje. ABC klasifikacija razporeja zaloge v 3 kategorije na podlagi njihovega pomena in prispevka k skupni vrednosti zalog. **Kategorija A:** artikli visoke vrednosti, ki pomembno prispevajo k skupni vrednosti zaloge. Čeprav predstavljajo manjši delež vseh zalog, bistveno vplivajo na finančno uspešnost podjetja. **Kategorija B:** srednje pomembni artikli; po prispevku k vrednosti zaloge in obsegu zalog so med artikli v kategoriji A in C. **Kategorija C:** artikli z nizko vrednostjo, prispevajo manjši del celotne vrednosti zaloge, a pogosto predstavljajo večji delež zalog.

Za učinkovito implementacijo ABC klasifikacije moramo zbrati izčrpne podatke o artiklih in izračunati vrednost artikla glede na njegov prispevek k prihodkom od prodaje in glede na stroške (kriterij za klasifikacijo). Določimo prag za vsako kategorijo, npr. 20 % artiklov z najvišjo vrednostjo uvrstimo v kategorijo A, naslednjih 30 % v kategorijo B, preostalih 50 % pa v kategorijo C. Redno izvajamo prilagoditve glede na tržne razmere in poslovne prioritete, da je klasifikacija ustrezna in uporabna. Analiziramo rezultate klasifikacije, da dobimo vpogled v razporeditev vrednosti artiklov (identificiramo trende). Glede na rezultate analize razvijemo akcijski načrt za vsako kategorijo. Pri kategoriji A se osredotočimo na optimizacijo ravni zalog, odnosov z dobavitelji in strategij napovedovanja povpraševanja. Pri kategoriji C iščemo načine za zmanjšanje stroškov, racionaliziramo postopek oskrbe in razmišljamo o alternativnih možnostih oskrbe. Nenehno spremljamo uspešnost kategorij in po potrebi prilagodimo strategije upravljanja z zalogami. (Ansari 2023)

6. Analiza in optimizacija upravljanja z zalogami v izbranih pekarnah na podlagi izvedenih intervjujev

V sledečem poglavju na podlagi podatkov, pridobljenih z izvedbo intervjujev, analiziramo upravljanje z zalogami v izbranih pekarnah in s pomočjo teoretičnih modelov opredelimo možne rešitve za bolj učinkovito upravljanje z zalogami in načrtovanje proizvodnje.

6.1. Določanje optimalne nabavne politike v Pekarni A

Pekarna A je obrtna pekarna iz Luč v Zgornje Savinjski dolini, ki deluje od leta 1987. V tem času so odprli vrsto lastnih prodajaln in ustvarili dobro stoječo lastno prodajno mrežo. Pekarna pokriva področje od Logarske doline do vključno Šoštanja. Pekarna se ukvarja tako z maloprodajo kot veleprodajo. Imajo 4 lastne trgovine (v Lučah, v Nazarjah, v Mozirju in v Šoštanju), v katerih nudijo izdelke direktno končnim potrošnikom, sodelujejo pa tudi s trgovinskimi verigami Kea, Mercator in Tuš, šolami in gostišči. Nekatere izdelke prodajajo gostinskemu obratu v Šentjur, piškote pa tudi na Koroško. Zaradi spremembe zakonodaje je pekarna sedaj dolžna prevzeti izdelke, ki ostanejo v njihovih prodajalnah, v primeru veleprodaje pa to breme nosi končni kupec.

Sledijo rezultati analize odgovorov na postavljena vprašanja v okviru izvedenih intervjujev, ki smo jih analizirali s pomočjo metode analize vsebine. Pekarna ima predvsem zaloge materiala in surovin, tj. različne vrste mok, kvas, sol, sladkor, margarino in maslo. Polizdelkov nimajo, imajo pa nekaj trgovskega blaga, ki je namenjeno prodaji v lastnih prodajalnah, npr. ustekleničena pijača in embalaža za pakiranje lastnih izdelkov. Asortima izdelkov je v 90 % stalen in obsega kruh (bel, polbel, ržen, koruzni, kronski, finski, ajdov, soržični, kruh z orehi, kruh s slovenskim medom in maslom in ovseni kruh z drožmi), pecivo (žemlje, makovke, rogljički, buhteljni, krofi, sirove štručke, pice), potice (orehova, lešnikova, kokosova s čokolado, skutna, potratna, pehtranova, z rozinami), piškote in domače rezance, v določenih obdobjih pa se ta prilagodi glede na sezonskost ali praznike. Pekarna sledi določilom HACCP sistema. Imajo tudi redne

notranje in zunanje nadzore. Pekarna poskuša čim boljše uravnati obrat zaloge surovin in tako ohranjati svežino in kakovost svojih izdelkov. Pri tem sta, kot pravijo, ključnega pomena dostopnost in cena, ki si jo lahko izpogajajo pri dobaviteljih. Z dobavitelji imajo dobro in odprto komunikacijo preko ustaljenih kanalov. Trudijo se, da izdelke s krajšim rokom uporabe (npr. maslo, margarino, kvas, sir, salame) dobijo na tedenski ravni ali celo dvakrat na teden, za moko pa imajo pripravljene lastne silose s kapaciteto 4,8 ton, kar jim omogoča hrambo in s tem nabavo večjih količin ter boljšo ceno moke. Kljub temu se zavedajo, da je denar potem dlje vezan v zalogi. Belo in polbelo moko naročajo na mesec in pol, ostale sestavine pa mesečno. Pri veleprodaji gre za ustaljeno dnevno naročanje, ki omogoča dobro oceno količine izdelkov, ki jih mora pekarna zagotoviti. Drugače je pri maloprodaji. Tam se ocena pripravi na podlagi preteklih trendov (npr. povpraševanje med vikendom je po navadi večje kot ob ponedeljkih). Upoštevajo se prazniki in pomembni dogodki, ki vplivajo na povpraševanje po izdelkih pekarne. Pri oceni povpraševanja med prazniki se opirajo na pretekla leta ter na trend trenutnega. Izdelke, ki jih pekarna ne proda, ponudi po znižani ceni naslednji dan. Če jih tudi takrat ne more prodati, izdelke redistribuira za živilsko krmo. Za živilsko krmo se proda okrog 4 % celotne proizvedene količine izdelkov dnevno. Vrednost izdelkov pa je, glede na osnovno ceno, v povprečju 80 % nižja. Bel kruh se zmelje v drobtine. Zaloge surovin pekarna vrednoti po FIFO metodi, ob koncu leta pa naredi popis in končni obračun.

Sledi podrobna analiza podatkov, pridobljenih v odgovoru na vprašanje št. 10 v polstrukturiranem intervjuju (Priloga 1). Pekarna obratuje v povprečju 5 dni v tednu, 50 tednov v letu. Moka za bel in polbel kruh se naroča enkrat na 6 tednov po 3.600 kg. Stroški pridobitve novih zalog znašajo pri moki 10 €, pri kvasu 14,50 €, pri sladkorju 8,36 € in pri soli 12,10 €. Stroški skladiščenja in zavarovanja znašajo 30 % na leto za moko, 20 % letno za kvas, 19 % na leto za sladkor in 15 % na leto za sol. Pekarna za maloprodajo in veleprodajo v povprečju proizvede 120 hlebov belega in polbelega kruha na dan. Za veleprodajo belega in polbelega kruha dnevno porabi cca. 70 kg sestavin, kar ob predpostavki, da za proizvodnjo hleba kruha porabijo 1,2 kg sestavin, pomeni cca. 60 hlebov belega in polbelega kruha na dan. V povprečju pekarna porabi 120 kg bele in polbele moke, 160 kock kvasa (po 0,04 kg), 2,6 kg sladkorja in 2,2 kg soli na dan. Maloprodajna cena kruha znaša 2,20 €. Stroške dostave vseh sestavin krije dobavitelj.

Za analizo nabave sestavin v pekarni A uporabimo EOQ model, kljub temu da se pri naročanju surovin za proizvodnjo izdelkov soočamo z odvisnim povpraševanjem, kjer je količina surovin za proizvodnjo odvisna od povpraševanja po končnih izdelkih. Povpraševanje po kruhu je tako v okviru maloprodaje kot veleprodaje razmeroma stabilno, kar privede do relativno stabilnega povpraševanja po sestavinah za kruh. Poleg tega se sestavine naročajo vnaprej in v določenih časovnih intervalih, ne glede na trenutno povpraševanje po kruhu. Povpraševanje po surovinah se tako lahko obravnava kot stabilno in neodvisno od nihanj povpraševanja po belem in polbelem kruhu. Pekarna poleg belega in polbelega kruha proizvaja še ostale vrste kruha (cca. 40 hlebov dnevno). Kvas, sladkor in sol se nabavljajo skupaj za vse vrste kruha.

Bela in polbela moka

$$D = 120 \times 5 \times 50 = 30.000 \text{ kg moka/leto}$$

Strošek na enoto (količinski popusti)	Strošek držanja zalog (HC)
0-24 kg: 0,52 €/kg	0,52 x 0,3 = 0,156 €
25-99 kg: 0,46 €/kg	0,46 x 0,3 = 0,138 €
100-499 kg: 0,40 €/kg	0,40 x 0,3 = 0,12 €
500-1999 kg: 0,36 €/kg	0,36 x 0,3 = 0,108 €
2000-4999 kg: 0,32 €/kg	0,32 x 0,3 = 0,096 €
5000-7499 kg: 0,29 €/kg	0,29 x 0,3 = 0,087 €
7500-9999 kg: 0,27 €/kg	0,27 x 0,3 = 0,081 €
10000 kg: 0,25 €/kg	0,25 x 0,3 = 0,075 €

Tabela 1: Nabavne cene s količinskimi popusti. (lasten vir)

$$RC = 10 \text{ € na naročilo}$$

Pekarna obratuje 250 dni v letu. Belo in polbelo moko naroči na vsake 6 tednov po 3.600 kg. Pri tej količini znašajo celotni letni stroški 9.856 €.

$$\begin{aligned} TC &= 30.000 \times 0,32 + 10 \times 30.000/3600 + 0,096 \times 3600/2 \\ &= 9.600 + 83,3 + 172,8 = 9.856,1 \text{ p. a.} \end{aligned}$$

Stroški pridobitve novih zalog v tem primeru niso enaki stroškom držanja zalog, zato 3.600 kg ni optimalna količina naročila. Iščemo optimalno količino naročila. EOQ

izračunamo po standardnem postopku modela s količinskimi popusti. Začnemo z najnižjo ceno na enoto in izračunamo EOQ .

$$EOQ = Q_0(0,25) = \sqrt{(2xDxRC/HC)} = \sqrt{((2 \times 30.000 \times 10)/0,075)} = 2.828,43 \text{ kg} \\ \cong 2.828 \text{ kg/zavojev moke}$$

Izračunana količina naročila se ne nahaja znotraj pripadajočega količinskega intervala, torej $Q_0(0,25)$ ni optimalna količina naročila. Gre za neveljaven minimum. Izračunamo še celotne letne stroške v prelomni točki pri količini 10.000 kg.

$$TC = 30.000 \times 0,25 + 10 \times 30.000/10000 + 0,075 \times 10000/2 \\ = 7.905 \text{ p. a. (točka A na grafu št. 1)}$$

Nadaljujemo postopek in izračunamo EOQ za naslednjo krivuljo celotnih stroškov UC_2 .

$$EOQ = Q_0(0,27) = \sqrt{((2 \times 30.000 \times 10)/0,081)} = 2.721,7 \text{ kg} \cong 2.722 \text{ kg/} \\ \text{zavojev moke}$$

Izračunana količina se ne nahaja znotraj pripadajočega količinskega intervala, kar pomeni, da gre za neveljaven minimum. Izračunamo še celotne stroške v prelomni točki pri količini 7.500 kg.

$$TC = 30.000 \times 0,27 + 10 \times 30.000/7500 + 0,081 \times 7500/2 = 8.443,75\text{€} \\ \cong 8.444\text{€ p. a. (točka B na grafu št. 1)}$$

Nadaljujemo postopek in izračunamo EOQ za naslednjo krivuljo celotnih stroškov UC_3 .

$$EOQ = Q_0(0,29) = \sqrt{\frac{2 \times 30000 \times 10}{0,087}} = 2.626 \text{ kg}$$

Količina se ne nahaja znotraj pripadajočega intervala, kar pomeni neveljaven minimum. Izračunamo še celotne stroške v prelomni točki pri količini 5.000 kg.

$$TC = 30.000 \times 0,29 + 10 \times 30.000/5000 + 0,087 \times 5000/2 = 8.977,5\text{€} \\ \cong 8.978\text{€ p. a. (točka C na grafu št. 1)}$$

Nadaljujemo postopek in izračunamo EOQ za UC_4 .

$$EOQ = Q_0(0,32) = \sqrt{((2 \times 30.000 \times 10)/0,096)} = 2.500 \text{ kg}$$

Izračunana količina se nahaja znotraj pripadajočega količinskega intervala, kar pomeni, da gre za veljaven minimum. Izračunamo celotne stroške v veljavnem minimumu:

$$TC = 30.000 \times 0,32 + 0,096 \times 2.500 = 9.840\text{€ p. a. (točka D na grafu št. 1)}$$

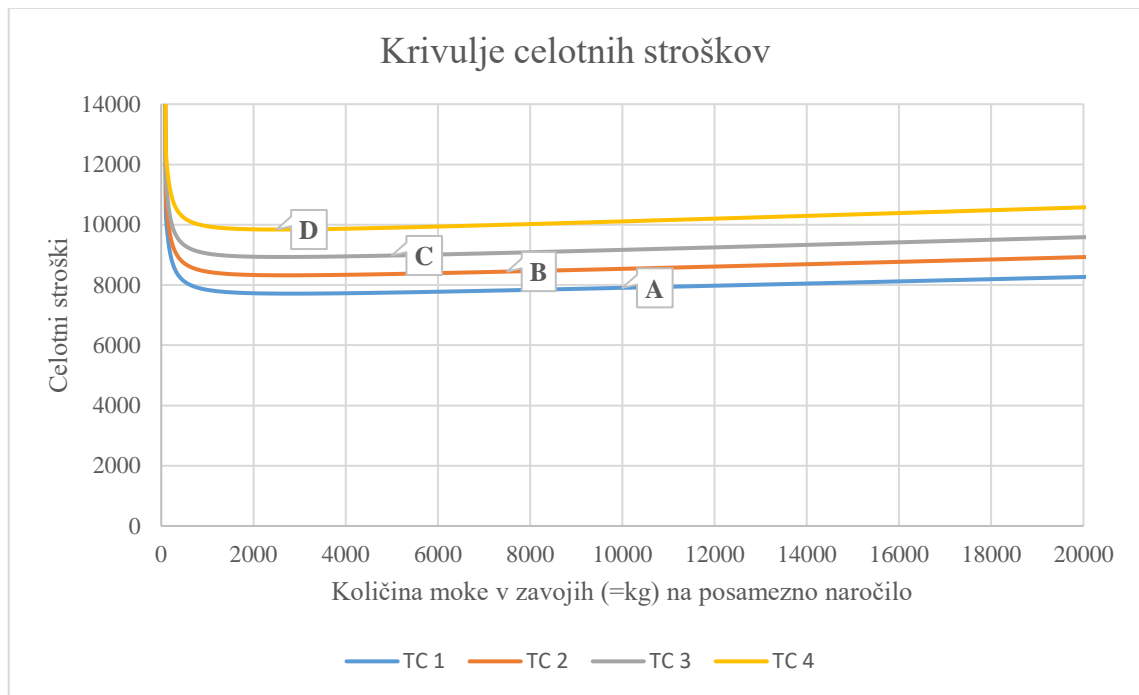
Primerjamo rešitve. Nižji strošek pomeni optimalno količino naročila.

$$\text{Točka A : } Q = 10.000\text{kg } TC = 7.905\text{€ p. a.}$$

$$\text{Točka B : } Q = 7.500\text{kg } TC = 8.444\text{€ p. a.}$$

$$\text{Točka C : } Q = 5.000\text{kg } TC = 8.978\text{€ p. a.}$$

$$\text{Točka D : } Q = 2.500\text{kg } TC = 9.840\text{€ p. a.}$$



Graf 1: Krivulje TC. (lasten vir)

Optimalna količina naročila je torej 10.000 kg. Naročilo bi tako izvedli trikrat na leto (30.000/10.000) ali enkrat na 4 mesece. Pretočni čas je 2 tedna. Pekarna porabi 600 kg bele in polbele moke na teden, kar pomeni, da bi morala izvesti naročilo, ko bi se zaloge spustile na raven 1.200 kg $ROL = LT \times D = 2 \times 600 = 1.200 \text{ kg}$. Koeficient obračanja zalog bi tako znašal 3. Takšna politika nabave bi zmanjšala celotne letne stroške za 1.951 €. Je pa ta politika neobhodno povezana z razširitvijo kapacitet za hrambo moke, kar pomeni večje stalne stroške, povezane z rednim vzdrževanjem silosa (čiščenje, popravila ipd.). Denar bi sicer bil dlje časa vezan v zalogah (okrog 120 dni), a bi takšna politika za pekarno pomenila večjo pogajalsko moč, boljšo ceno na enoto in nižje celotne letne stroške. Glede na to, da ima moka ob pravilnem shranjevanju rok trajanja tudi več let in

da silosi omogočajo shranjevanje moke v kontroliranem okolju, zmanjšujejo izpostavljenost moke zraku, svetlobi in vlagi, kar pomaga preprečevati oksidacijo in izgubo hranilnih snovi ter ščitijo moko pred plesnijo, žuželkami in vlago, bi bila takšna nabavna politika ustrezna, saj ne bi vplivala na odpad moke.

Surovina	Cena na enoto
Kvas	1,70 €/kg
Sladkor	1,20 €/kg
Sol	0,30 €/kg

Tabela 2: Nabavne cene surovin. (lasten vir)

Kvas

$$D = (120 \times 0,04 \times 5 \times 50 = 1.200 \text{ kg}) + (40 \times 0,04 \times 5 \times 50 = 400 \text{ kg})$$

$$UC = 1,70 \text{ €/kg}$$

$$RC = 14,5 \text{ €}$$

$$HC = 0,2 \times 1,70 = 0,34 \text{ €}$$

Kvas pekarna dobavlja vsak teden najmanj enkrat. Naročuje torej po 32 kg (800 kock).

$$VC = 50 \times 14,5 + 5,44 = 730,44 \text{ €} \cong 730 \text{ € p. a.}$$

$$Qo = \sqrt{((2 \times 1600 \times 14,5)/0,34)} = 320 \text{ kg kvasa na naročilo}$$

Optimalna količina nabave pomeni dostavo 5-krat v letu.

$$To = Qo/D = 320/1.600 = 0,2 \text{ leta (na 73 dni)}$$

$$VCo = HC \times Qo = 0,34 \times 320 = 108,8 \text{ € p. a.}$$

Če ima kvas rok uporabe 4 tedne, bi nakup količin večjih od $160 \times 0,04 \times 5 \times 4 = 128 \text{ kg}$ (3.200 kock kvasa) naenkrat pomenil velik odpad. Okrog optimalne količine naročila je variabilni strošek precej stabilen. Bolj kot je dejanska velikost naročila oddaljena od optimalne, večji bo strošek, kar pomeni, da mora pekarna stremeti k naročilu, ki je kar se da blizu 320 kg. V tem primeru sicer ne sme naročiti več kot 128 kg naenkrat. Primerjamo variabilne stroške v optimumu z variabilnimi stroški pri količini 128 kg (komponenta stroška na enoto je »fiksna«).

$$\frac{VC}{VC_0} = \frac{1}{2} x \left[\frac{Q_0}{Q} + \frac{Q}{Q_0} \right] \quad \frac{VC}{108,8} = \frac{1}{2} x \left[\frac{320}{128} + \frac{128}{320} \right] = 157,76 \text{ € p. a.}$$

Naročila po 128 kg, ki so kar 60 % nižja od optimalne količine, povišajo letne variabilne stroške za 48,96 € (45 %).

$$\begin{aligned} TC &= UC \times D + RC \times \left(\frac{D}{Q} \right) + \left(\frac{Q}{2} \right) \times HC \\ &= 1,70 \times 1.600 + 14,5 \times \left(\frac{1.600}{128} \right) + \left(\frac{128}{2} \right) \times 0,34 \\ &= 2.720 + 181,25 + 21,76 = 2.923,10 \text{ € p. a.} \end{aligned}$$

Prihranek znaša 527,34 €.

Sol

Pekarna A sol naroča mesečno, kar pomeni, da naroča približno 46 kg soli naenkrat. To pekarno stane 310,69 € p.a.

$$D = (1,8 \times 5 \times 50 = 450 \text{ kg}) + (0,4 \times 5 \times 50 = 100 \text{ kg})$$

$$UC = 0,30 \text{ €/kg}$$

$$RC = 12,10 \text{ €}$$

$$HC = 0,15 \times 0,30 = 0,044 \text{ €}$$

$$Q_0 = \sqrt{(2 \times 550 \times 12,10) / 0,044} = 550 \text{ kg soli na naročilo}$$

$$TC = 550 \times 0,3 + (550/550) \times 12,10 + (550/2) \times 0,044 = 189,20 \text{ € p. a.}$$

Glede na to, da je strošek na enoto in posledično tudi strošek držanja zalog precej nizek, je smiselno izvesti le 1 naročilo na leto. Tako zmanjšamo celotne letne stroške nabave soli za 128,49 €. Sol je sestavina, ki je uporabna več let. Z vidika zmanjševanja kakovosti ali kvarjenja surovine takšna nabavna politika ni problematična.

Sladkor

Pekarna A sladkor naroča na mesečni ravni, kar pomeni, da izvaja naročila po 55 kg sladkorja. Takšna nabavna politika pekarno stane 898,59 € p.a.

$$D = (2,4 \times 5 \times 50 = 600 \text{ kg}) + (0,24 \times 5 \times 50 = 60 \text{ kg})$$

$$UC = 1,20 \text{ €/kg}$$

$$RC = 8,36 \text{ €}$$

$$HC = 0,19 \times 1,20 = 0,228 \text{ €}$$

$$Q_o = \sqrt{(2 \times 660 \times 8,36) / 0,228} = 220 \text{ kg sladkorja na naročilo}$$

$$TC = 660 \times 1,20 + (660/220) \times 8,36 + (220/2) \times 0,228 = 842,16 \cong 842 \text{ € p. a.}$$

EOQ model predlaga bolj optimalno količino naročila, ki je 220 kg. To bi pomenilo izvedbo naročila trikrat na leto in omogočilo prihranek v višini 56,43 €.

Če bi pekarna A uvedla optimalno nabavo bele in polbele moke za kruh, bi letno prihranila 1.951 €, pri nabavi kvasa, sladkorja in soli za vse vrste kruha pa 712,26 €. Model predvideva, da bi morala pekarna vse sestavine nabavljati v večjih količinah in letno izvesti manj naročil. Moko naj bi nabavljali trikrat na leto po 10.000 kg, sol enkrat na leto po 550 kg, sladkor trikrat na leto po 220 kg in kvas petkrat na leto po 320 kg. Pri suhih sestavinah je ta nabavna politika ustrezna, saj imajo daljši rok uporabe, pri kvasu, ki ima rok uporabe le 4 tedne, pa bi pri nabavi več kot 128 kg prišlo do velikega odpada. Nabava manj od 128 kg prav tako ni smiselna, saj bolj kot se oddaljujemo od optimalne količine naročila, višji so celotni variabilni stroški.

6.2. Model stohastičnega povpraševanja za eno obdobje na primeru Pekarne B

Pekarna B je sodobna artistska *sourdough* pekarna v središču Celja, ki deluje od leta 2020. Vodja pekarnice ter snovalec pekovskih in kulinarčnih dobrot je izkušen posameznik, ki je pred tem vodil ugledno restavracijo v Spodnji Savinjski dolini. Kot chef je prejel mnoga priznanja, med drugimi tudi priznanje »The Plate Michelin«. V pekarni so trenutno zaposlene 3 osebe. Njihovo poslovanje temelji na dveh dejavnostih: pekarstvo in gostinstvo. Poleg ponudbe pekovskih izdelkov v fizični in spletni trgovini, kjer je možno oddati naročilo, nudijo pogostitve (angl. *catering*) ter podporo pri organizaciji in izvedbi različnih dogodkov (poroke, rojstni dnevi, pikniki, *teambuildingi*, poslovni zajtrki ipd.). Za izvedbo tovrstnih dogodkov imajo sklenjena pogodbeno partnerstva z osmimi natakariji in petimi kuharji. V proizvodnem obratu v Novi Cerkvi pripravljajo vse pekovske izdelke in kulinarčne dobrote za *catering*. Menijo, da je potrebno ustvarjati možnosti za napredovanje in vlagati v razvoj ter znanje. Aktivno

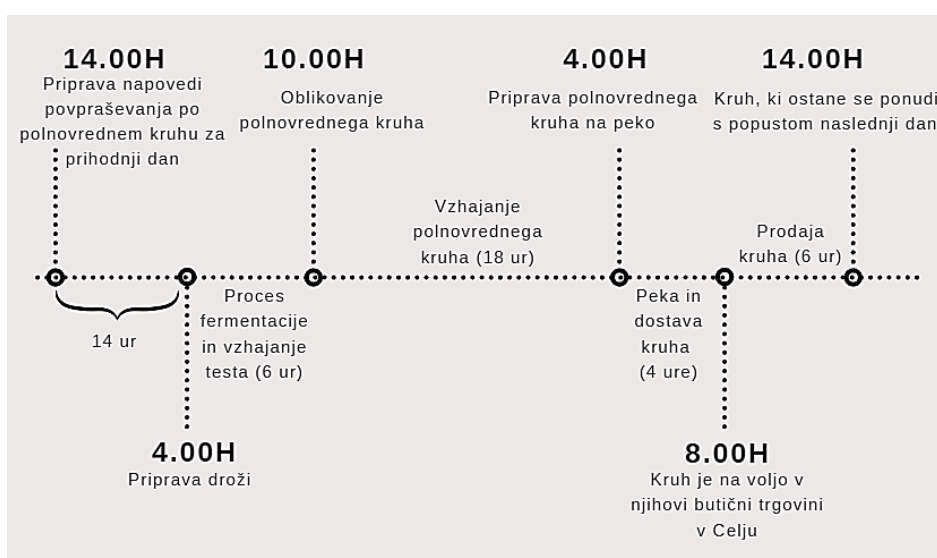
izvajajo program mentorstva, izobraževanje in tečaje, v okviru teh pa gostijo praktikante iz Slovenije in tujine, na katere odprto prenašajo znanje in izkušnje. Sledijo rezultati analize odgovorov na postavljena vprašanja v okviru izvedenih intervjujev, ki smo jih analizirali s pomočjo metode analize vsebine. Dnevno ima pekarna na voljo od 20 do 30 različnih pekovskih izdelkov. Imajo tudi nekaj trgovskega blaga (vinski bar, izdelki lokalnih proizvajalcev). Za peko kruha uporabljajo samo slovensko moko. Belo moko jim dobavlja Brinečev kmečki mlin iz Rečice ob Savinji, polnovredna mleta žita pa zanje pripravljajo v Sorževem mlinu v Novi Cerkvi. Ukvarjajo se predvsem z maloprodajo, nekaj malega pa tudi z veleprodajo. V okviru te zalagajo manjšo butično trgovinico v Žalcu, restavracijo v Murski soboti in 3 gostišča v dolini. V povprečju imajo na zalogi 1 tono moke, 20 kg soli, 30 kg sladkorja in 20 kg masla. Kot največji problem pri upravljanju zalog izpostavljajo dnevno določitev optimalne količine zalog končnih izdelkov. Pri določitvi optimalne ravni zalog se opirajo predvsem na opazovanje nakupnih navad kupcev. Pravijo, da na povpraševanje vplivajo tudi različni mikro dejavniki, npr. deževno vreme pomeni manj kupcev tisti dan. Opažajo, da je povpraševanje po izdelkih še posebej visoko v času prazničnega decembra in velike noči. Takrat jim zaloge večkrat poidejo in ne zmorejo zadovoljiti povpraševanja. Prilagajajo se tudi dopustom prevladujočega segmenta njihovih strank. Takrat tudi oni zaprejo pekarno. Ostanke v pekarni, ki jih ne morejo prodati po nižji ceni, zamrznejo in namenijo za interno porabo. Bel in mešan kruh namenijo za mletje v drobtine in za kruhove narastke, ki jih vključijo v *catering*. Ostalo porabijo za krmo za domače kokoši. Prodajna cena njihovega kruha je 3,50 €. Kruh je dražji, a gradijo na butičnosti in na kvaliteti. Kruh pripravljajo po dolgotrajnem postopku, ki lahko traja tudi do 24 ur. Pravijo, da je ustvarjanje z drožmi proces, ki ne dovoljuje ubiranja bližnjic. Testo, bakterije in naravne kvasovke morajo imeti dovolj časa, da opravijo svoje delo. Le tako lahko v pekarni zagotovijo najboljši možen kruh. V pekarni uporabljajo FIFO metodo vrednotenja zalog. Za večino sestavin imajo za vsako le enega dobavitelja, v gostinskem delu za sezonske sestavine pa več. Zelišča, ki jih uporabljajo v pekarskih izdelkih, naberejo sami. V prihodnosti želijo postaviti svoj rastlinjak in postati samooskrbni v segmentu zelenjave.

S pomočjo podatkov, pridobljenih z odgovori na vprašanja št. 6 in 8 v polstrukturiranem intervjuju (Priloga 1) v nadaljevanju na primeru polnovrednega kruha rešujemo problem dnevne določitve optimalne količine zalog končnih izdelkov, ki ga pekarna izpostavlja v odgovoru na vprašanje št. 4.

Pekarna se mora dnevno odločati o tem, koliko kruha in pekovskih izdelkov pripraviti, saj je povpraševanje v okviru maloprodaje negotovo, ostankom pa po preteku enega dne pade vrednost. Možna sta 2 scenarija:

- Pekarna ima preveč zalog končnih izdelkov, kar pomeni ostanek izdelkov brez vrednosti.
- Pekarna ima premalo zalog končnih izdelkov, kar pomeni izgubo prodaje (oportunitetni strošek).

Polnovreden kruh : V pekarni B se morajo o proizvodni količini polnovrednega kruha odločiti kar 42 ur pred začetkom prodaje omenjenega kruha (slika 16).



Slika 16: Časovnica priprave polnovrednega kruha, Pekarna B. (lasten vir)

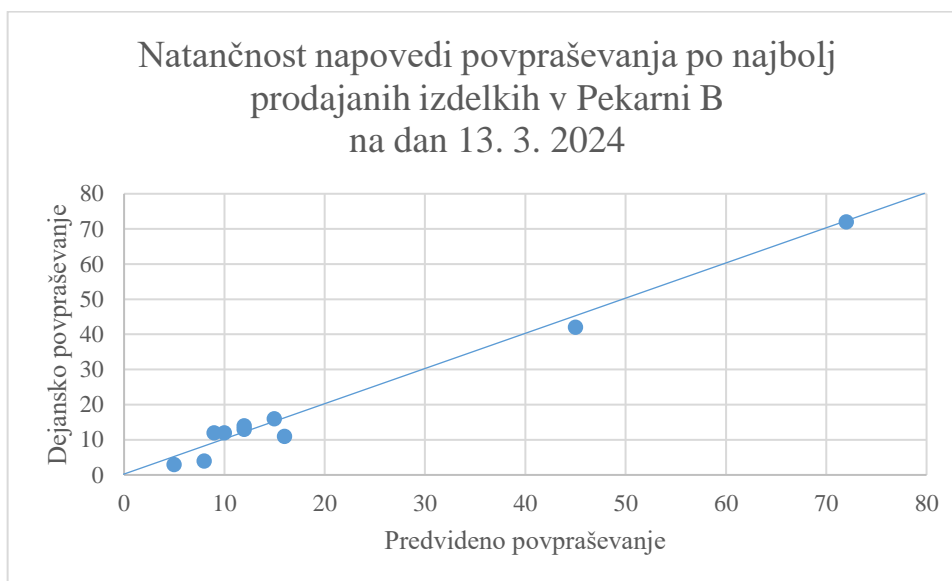
Iz tabele 3 je razvidno predvideno in dejansko povpraševanje po desetih najbolj prodajanih izdelkih v pekarni B na dan 13. 3. 2024. Pri napovedi povpraševanja za prihodnji dan pekarna pri vseh navedenih izdelkih uporabi enako metodo, tj. prenos podatkov dejanskega povpraševanja preteklega dne.

Prodajni artikel	Predvideno povpraševanje	Dejansko povpraševanje
Kruh Tartin	72	72
Polnovreden temen kruh	45	42
Model (kruh s semeni)	16	11
Buhtelj s čokolado in malino	9	12

Jabolčno gnezdece	12	13
Marelični buhtelj	12	14
Sezonska pogača	8	4
Cimetova rolica	10	12
Bageta	15	16
Sladki paket	5	3

Tabela 3: Predvideno in dejansko povpraševanje po 10 najbolj prodajanih izdelkih Pekarne B, 13. 3. 2024. (lasten vir)

V pekarni B predvidevajo, da bo naslednji dan (tj. 14. 3. 2024) obstajalo enako povpraševanje po polnovrednem kruhu kot pretekli dan (42 hlebov). Koliko hlebov kruha naj pripravijo 42? Več? Manj? Zakaj? Poglejmo pretekle napovedi Pekarne B in dejansko povpraševanje. Ob pregledu preteklih podatkov ugotovimo (graf 2), da je bilo na dan 13. 3. 2024 dejansko povpraševanje po več izdelkih bodisi večje bodisi manjše od napovedi.



Graf 2: Natančnost napovedi povpraševanja po najbolj prodajanih izdelkih, Pekarna B (13. 3. 2024). (lasten vir)

Legenda:

Pika = izdelek z napovedjo in dejanskim povpraševanjem

Črta = popolna napoved (predvideno povpraševanje ali napoved = dejansko povpraševanje)

Nad črto: dejansko povpraševanje > napoved

Pod črto: dejansko povpraševanje < napoved

Namesto, da se zanašamo na t.i. »one point forecast« (42 hlebov), razvijemo verjetnostno porazdelitev, ki prikazuje različna povpraševanja, za katera obstaja precejšnja verjetnost, da bodo nastopila. Pogosto predpostavljamo normalno porazdelitev (ustreza natančnosti napovedovanja povpraševanja razvidni iz tabele 4), ki je določena s povprečjem in s standardnim odklonom. Pri določanju verjetnostne porazdelitve napovedi povpraševanja po polnovrednem kruhu sledimo naslednjim korakom:

- Izračunamo A/F razmerje (angl. *Actual demand/Forecast*) za vse pretekle podatkovne točke. S pomočjo tega razmerja merimo relativne napake v napovedi povpraševanja za vse izdelke. Natančnost napovedi prihodnji dan bo verjetno primerljiva.
- Izračunamo povprečno vrednost in standardni odklon A/F razmerja.
- Določimo povprečno vrednost in standardni odklon normalne verjetnostne porazdelitve napovedi povpraševanja po polnovrednem kruhu za dan 14. 3. 2024.

Prodajni artikel	Dejansko povpraševanje	Predvideno povpraševanje	A/F razmerje	Rank	% izdelkov s takšnim ali manjšim A/F razmerjem
Sezonska pogača	4	8	0,50	1	10
Sladki paket	3	5	0,60	2	20
Model	11	16	0,69	3	30
Polnovredni temen kruh	42	45	0,93	4	40
Kruh Tartin	72	72	1,00	5	50
Bageta	16	15	1,06	6	60
Jabolčno gnezdece	13	12	1,08	7	70
Marelični buhtelj	14	12	1,17	8	80

Cimetova rolica	12	10	1,20	9	90
Buhtelj s čokolado in malinami	12	9	1,33	10	100

Tabela 4: A/F razmerje. (lasten vir)

Povprečno A/F razmerje je 0,956. V Excelu za izračun uporabimo funkcijo *AVERAGE*. Povprečje je nekoliko manj od 1, kar pomeni, da gre za, sicer znatno, nagnjenje k optimistični napovedi, kjer predvideno povpraševanje presega dejansko. Standardni odklon A/F razmerja je 0,275. Za izračun uporabimo funkcijo *STDEV*. Standardni odklon nam pove, kako so vrednosti razpršene okrog povprečja.

Velja: *dejansko povpraševanje = A/F razmerje x napoved*. Napoved ni naključna, naključno pa je A/F razmerje. S pomočjo te enačbe in standardnih rezultatov v statistiki dobimo naslednje rezultate:

$$\mu \text{ (pričakovano dejansko povpraševanje)} = \text{povprečje } \frac{A}{F} \text{ razmerja} \times \text{Napoved}$$

$$\sigma = \text{std. } \frac{A}{F} \times \text{Napoved}$$

S pomočjo zgornjih enačb izračunamo povprečno vrednost in standardni odklon verjetnostne porazdelitve napovedi povpraševanja po polnovrednem kruhu, ki v tem primeru znašata: $\mu = 40$ $\sigma = 12$

Strošek materiala pri izdelavi polnovrednega kruha znaša 1,35 €. Skupaj s stroški amortizacije opreme in prostora, najemnine prostora, delovne sile, ter skupaj z administrativnimi stroški (stroški zunanjega računovodstva, banke, oglaševanja itd.) in obratovalnimi stroški (elektrika, voda, internet, vzdrževanje ipd.) znaša lastna cena polnovrednega kruha 1,93 €.

Določiti moramo količino, ki bo maksimirala pričakovan dobiček in istočasno minimizirala stroške neuskkljenosti ponudbe in povpraševanje (angl. *mismatch costs*).

Poznamo:

- **Strošek izčrpanja zalog (angl. *Underage Cost*)** ali strošek izgubljene priložnosti, ki je enak dobičku, nastalem pri prodaji enega hleba polnovrednega kruha.

$$\text{Underage cost} = C_u = \text{prodajna cena} - \text{lastna cena}$$

- **Strošek presežne zaloge (angl. *Overage Cost*)**, ki je enak izgubi, nastali pri prodaji hleba polnovrednega kruha po odpadni vrednosti (angl. *salvage value*).

$$\text{Overage cost} = C_o = \text{lastna cena} - \text{odpadna vrednost}$$

Za polnovreden kruh velja:

- Prodajna cena = 3,50 €/hleb
- Lastna cena = 1,93 €/hleb
- Odpadna vrednost (-50 %) = 1,75 €/hleb
- **$C_u = 3,50 \text{ €} - 1,93 \text{ €} = 1,57 \text{ €}$**
- **$C_o = 1,93 \text{ €} - 1,75 \text{ €} = 0,18 \text{ €}$**

Strošek presežnih zalog je dejanski strošek za pekarno. Pekarno je proizvodnja hleba kruha stala 1,93 €. Naslednji dan bo vsak hleb, ki bo ostal, prodala po 50 % nižji ceni in si ne bo niti pokrila stroškov izdelave enega hleba. Strošek izčrpanja zalog pa ni dejanski, ampak oportunitetni strošek.

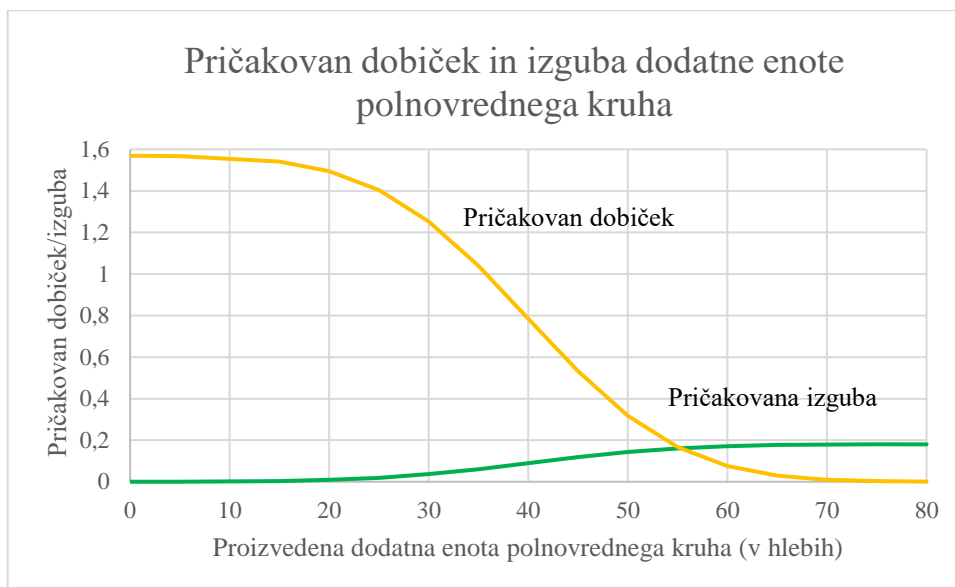
Kako določiti optimalno količino proizvodnje?

Planiramo proizvodnjo Q enot nekega izdelka. Ali naj povečamo količino na $Q + 1$? Dodatna enota nam lahko prinese dodaten zaslužek, če to enoto tudi prodamo.

$$\begin{aligned} \text{Pričakovan dobiček} &= C_u \times P(\text{povpraševanje} > Q) \\ &= C_u \times (1 - P(\text{povpraševanje} \leq Q)) = C_u (1 - F(Q)) \end{aligned}$$

$$\text{Pričakovana izguba} = C_o \times P(\text{povpraševanje} \leq Q) = C_o \times F(Q)$$

Ko je proizvedena količina polnovrednega kruha zelo majhna, je verjetnost prodaje dodatne enote zelo velika $P(\text{povpraševanje} > Q) \cong 1$, zato je pričakovani dobiček dodatne enote približno 1,57 €. Obenem se verjetnost, da dodatne enote ne bomo prodali, približa 0; pričakovana izguba te enote je približno 0. V tem primeru je pričakovani dobiček večji od pričakovane izgube. Ko se proizvedena količina Q veča, se pričakovani dobiček dodatne enote zmanjšuje, pričakovana izguba pa veča. Pri določeni količini pričakovana izguba preseže pričakovani dobiček. Večanje količine Q v tem primeru ni več dobičkonosno. Treba je najti količino, pri kateri velja: pričakovani dobiček = pričakovana izguba. To je v primeru, ko želimo maksimirati dobiček tudi optimalna količina proizvodnje (graf 3).



Graf 3: Pričakovan dobiček in izguba pri različnih proizvedenih količinah polnovrednega kruha. (lasten vir)

$$Cu (1 - F(Q)) = Co \times F(Q)$$

$$Cu - CuF(Q) = Co F(Q)$$

$$F(Q) = \frac{Cu}{Cu + Co}$$

$$Q = F^{-1}\left(\frac{Cu}{Cu + Co}\right)$$

$\left(\frac{Cu}{Cu+Co}\right)$ imenujemo tudi kritično razmerje (angl. *critical ratio*). Določiti je potrebno takšno količino Q, pri kateri bo veljalo: $P(\text{povpraševanje} \leq Q) = \frac{Cu}{Cu+Co}$

Predpostavljamo, da je povpraševanje po polnovrednem kruhu normalno porazdeljeno s povprečjem $\mu = 40$ in $\sigma = 12$. $Cu = 1,57$ € in $Co = 0,18$ €. Kritično razmerje je enako $\frac{Cu}{Cu+Co} = \left(\frac{1,57}{1,57+0,18}\right) = 0,8971$.

Če želi pekarna B maksimirati pričakovan dobiček, mora proizvesti takšno količino polnovrednega kruha, pri kateri bo 89,71 % verjetnost, da bo povpraševanje po njem enako ali manjše od Q. To izračunamo s pomočjo Excelove funkcije *NORMINV* (0.8971,40,12) ali pa z uporabo standardne normalne porazdelitve in formule $Q = \mu + z\sigma$, pri čemer v tabeli poiščemo spremenljivko z, pri kateri bo verjetnost, da bo standardizirana normalna spremenljivka z ali manj enaka kritičnemu razmerju, ki je v tem

primeru 0,8971. Proizvesti je treba torej $Q = F^{-1}(0.8971) = 55,1824$ hlebov $\cong 55$ hlebov polnovrednega kruha.

Zakaj je količina Q višja od pričakovane vrednosti μ in višja od napovedi pekarnice? Glavni razlog za to je, da je strošek izčrpanja zaloga veliko večji od stroška presežnih zaloga $C_u > C_o$. Hleb kruha, ki ostane, stane pekarno B manj od nerazpolaganja s hlebom, v primeru, da po njem obstaja povpraševanje.

Ker smo količino 55 hlebov izbrali na način, da je verjetnost, da bo povpraševanje manjše ali enako tej količini 89,71 %, je dejansko pomanjkanje zaloga 0 z 89,71 % verjetnostjo. V 10,29 % primerov pa so izgubljene prodaje lahko pozitivne. Pričakovane izgubljene prodaje so enake povprečju primerov z in brez izgubljenih prodaj. Ko velja $D \leq Q$, so izgubljene prodaje enake 0.

Pričakovane izgubljene prodaje (angl. *Expected Lost Sales*) izračunamo s pomočjo naslednje enačbe: $ELS = \sigma \times L(z)$

$\sigma = \text{standardni odklon}$

$L(z) = \text{loss function s standardno normalno porazdelitvijo}$

Najprej izračunamo standardizirano normalno spremenljivko z , ki ustreza izbrani količini, v našem primeru $Q = 55$.

$$z = (Q - \mu) / \sigma = (55,182 - 40) / 12 = 1,265$$

V primeru, da gre za standardno normalno porazdeljeno povpraševanje, za izračun uporabimo tabelo $L(z)$ (Priloga 2) ali naslednjo Excelovo formulo:

$$L(z) = \text{Normdist}(z, 0, 1, 0) - z * (1 - \text{Normsdist}(z))$$

$$\begin{aligned} L(1,265) &= \text{Normdist}(1,265; 0; 1; 0) - 1,265 * (1 - \text{Normsdist}(1,265)) \\ &= 0,04902 \end{aligned}$$

$$\sigma \times L(z) = 12 \times 0,04902 = 0,58824 \cong 1$$

Pričakovana izguba prodaje je 0,58824, kar pomeni, da pri proizvedenih 55 hlebi pričakujemo izgubo prodaje 1 enote povpraševanja. V primeru, da bi se pekarna ravnala po povpraševanju preteklega dne in bi proizvedla 42 hlebov kruha, bi lahko pričakovala izgubo 4 enot povpraševanja.

$$z = \frac{42 - 40}{12} = 0,167$$

$$L(0,167) = 0,32099$$

$$\sigma \times L(z) = 12 \times 0,32099 \cong 4 \text{ enote}$$

Pričakovane prodaje (angl. *Expected Sales*)

Vsaka enota povpraševanja bodisi povzroči prodajo bodisi pomeni izgubljeno prodajo:

$$\begin{aligned} & \text{Pričakovane prodaje} + \text{Pričakovane izgubljene prodaje} \\ & = \text{Pričakovano povpraševanje} \end{aligned}$$

Pričakovano povpraševanje je srednja vrednost porazdelitve povpraševanja μ . Velja tudi:

$$\text{Pričakovane prodaje} = \mu - \text{pričakovane izgubljene prodaje}$$

Ocenimo pričakovane prodaje v primeru, ko proizvedemo 55 hlebov polnovrednega kruha in je napoved povpraševanja normalna porazdelitev. Ocenili smo že pričakovane izgubljene prodaje, ki v tem primeru znašajo 1 enoto. Pričakovane prodaje tako znašajo $40 - 1 = 39 \text{ enot}$. V primeru, da bi pekarna proizvedla 42 hlebov polnovrednega kruha, bi pričakovane prodaje znašale $40 - 4 = 36 \text{ enot}$.

Pričakovana preostala zaloga (angl. *Expected Leftover Inventory*)

Pričakovana preostala zaloga je povprečje vseh vrednosti, ki jih lahko zavzamejo preostale zaloge. Vsaka proizvedena enota kruha je lahko bodisi prodana bodisi nam na koncu dneva ostane, zato velja naslednja enačba:

$$\text{Pričakovane prodaje} + \text{Pričakovana preostala zaloga} = Q$$

Če je napoved povpraševanja normalno porazdeljena in je proizvedenih 55 hlebov kruha, pričakovana preostala zaloga znaša $55 - 39 = 16 \text{ enot}$. V primeru 42 hlebov $42 - 36 = 6 \text{ enot}$. Morda se zdi presenetljivo, da je pričakovana preostala zaloga pozitivna, če so pozitivne že izgubljene prodaje. Medtem ko je v določenem obdobju bodisi ostanek zalog bodisi izgubljena prodaja, vendar ne oboje, nas zanima pričakovana vrednost teh postavk glede na vse možne rezultate. Vsaka pričakovana vrednost zase pa je lahko pozitivna.

Ker je $C_u > C_o$, je pričakovana preostala zaloga pri količini, ki maksimira dobiček, razmeroma velika. Če bi bila odpadna vrednost nižja (v tem primeru 90 % in več nižja od

prodajne cene) in bi tako veljalo $C_o > C_u$, bi model za maksimiranje dobička predlagal manjše zaloge od pričakovane vrednosti. To bi se zgodilo v primeru, da bi pekarna prodala presežke za živilsko krmo, saj je tam odpadna vrednost v povprečju 80–90 % nižja od prodajne cene.

Pričakovan dobiček (angl. *Expected Profits*)

Pri vsaki prodani enoti zaslužimo razliko *prodajna cena – lastna cena*. Pri vsaki enoti, ki je ne prodamo, izgubimo razliko *lastna cena – odpadna vrednost*.

Pričakovan dobiček

$$\begin{aligned} &= [(Prodajna\ cena - lastna\ cena) \times Pričakovane\ prodaje] \\ &- [(Lastna\ cena \\ &- odpadna\ vrednost) \times Pričakovana\ preostala\ zaloga] \end{aligned}$$

Če je napoved povpraševanja normalno porazdeljena in je proizvedenih 55 hlebov polnovrednega kruha, je pričakovan dobiček $(1,57 \times 39) - (0,18 \times 16) = 58,35$ €. V primeru proizvodnje 42 hlebov bi pričakovan dobiček znašal $(1,57 \times 36) - (0,18 \times 6) = 55,44$ €.

Verjetnost na zalogi (angl. *In-stock Probability*)

Verjetnost na zalogi je verjetnost, da bo podjetje v relevantnem obdobju zadovoljilo celotno povpraševanje. To se zgodi, če je povpraševanje enako ali manjše od proizvedene količine. *Verjetnost na zalogi* = $F(Q)$. Verjetnost, da podjetje nekaterih kupcev ne bo zadovoljilo in bo prišlo do izgubljenih prodaj, je verjetnost pomanjkanja zalog. To nastopi, ko je povpraševanje večje od proizvedene količine. *Verjetnost pomanjkanja zalog* = $1 - F(Q)$ ali $1 - Verjetnost\ na\ zalogi$. Pri proizvodnji 55 hlebov kruha je z vrednost 1,265. Iz tabele Standardne normalne porazdelitve (Priloga 2) preberemo, da to ustreza vrednosti 0,8980. Verjetnost na zalogi je torej 89,80 %. Verjetnost pomanjkanja zalog je $1 - 0,8980 = 0,102$ (10,20 %). Proizvedena količina, pri kateri se maksimira pričakovan dobiček, lahko generira nesprejemljivo verjetnost na zalogi z vidika storitev za stranke. Kako torej doseči cilj maksimiranja verjetnosti na zalogi? Npr. pekarna želi imeti 95 % verjetnost na zalogi za polnovreden kruh. Najti je treba količino, pri kateri bo obstajala 95 % verjetnost, da bo povpraševanje enako ali manjše od te proizvedene količine. Ob predpostavki, da je

napoved povpraševanja normalno porazdeljena, poiščemo z statistiko, ki doseže naš cilj s standardno normalno porazdelitvijo. V tabeli (Priloga 2) preberemo, da velja $\theta(1,64) = 0,9495$ $\theta(1,65) = 0,9505$. Izberemo višjo z statistiko. Željena količina je sedaj: $Q = \mu + z\sigma = 40 + 1,65 \times 12 \cong 60$ hlebov polnovrednega kruha. Da bi dosegli 95 % verjetnost na zalogi, je treba proizvesti večjo količino kruha kot v primeru, ko želimo maksimirati pričakovan dobiček.

7. Sklep

V povezavi s postavljenimi cilji, vezanimi na teoretični del naloge, ugotavljamo sledeče:

- Glavni cilj preprečevanja nastanka odpada hrane bi moral biti ukrepanje neposredno pri viru. Za to potrebujemo učinkovit sistem sledljivosti, ki ga lahko vpeljemo s pomočjo *Blockchain* tehnologije.
- Iniciative za preprečevanje nastanka izgub in odpada hrane so vidne na vsakem koraku prehranske vrednostne verige.
- Upravljanje zalog igra v podjetjih bistveno vlogo. Pomanjkanje zalog, ko jih podjetje potrebuje, je lahko pogubno, večji delež zalog pa nosi tveganje za krajo, kvarjenje, poškodbe ali za spremembo povpraševanja. Zaloge povzročajo stroške (običajno okrog 20 % vrednosti letnih zalog), ki jih podjetja želijo zmanjšati.
- Obstaja več metod za spremljanje in vrednotenje zalog. Glede na način ocenjevanja povpraševanja ločimo metode odvisnega in metode neodvisnega povpraševanja.

V povezavi s postavljenimi cilji, vezanimi na empirični del naloge, na podlagi izvedenih intervjujev ugotavljamo sledeče:

- Pekarna A pri upravljanju zalog izpostavlja pomen in **problem uravnavanja obrata zalog**. Pekarna stremi k temu, da se pokvarljive sestavine nabavljajo 1–2-krat tedensko, bela in polbela moka pa na mesec in pol. Kljub temu ugotavljamo, da je v pekarni suhe sestavine, kot so moka, sol in sladkor smiselno naročati redkeje in v večjih količinah kot doslej, saj je to z vidika ekonomičnosti za pekarno veliko bolje, hkrati pa zaradi dolgega roka trajanja surovin ta nabavna politika ne povzroča odpada. Drugače je pri kvasu, kjer model sicer predvideva večjo nabavno količino, a bi ta zaradi krajšega roka trajanja kvasa povzročila velik odpad. Da bi pekarna minimizirala odpad in hkrati letne stroške nabave kvasa, je smiselno kupiti točno 128 kg (ne več in ne manj) kvasa naenkrat.
- Pekarna B v povezavi z upravljanjem zalog izpostavlja **problem dnevne določitve optimalne količine zalog končnih izdelkov**. Z uporabo *Newsvendor* modela smo na primeru polnovrednega kruha v pekarni B na podlagi preteklih podatkov opredelili verjetnostno porazdelitev povpraševanja po polnovrednem

kruhu za dan 14. 3. 2024 ter določili količino kruha (55 hlebov), pri kateri bi pekarna maksimirala dobiček in minimizirala strošek neusklajenosti ponudbe in povpraševanja. Ugotavljamo, da proizvedena količina, ki maksimira dobiček, po navadi ni enaka pričakovanemu povpraševanju. Če je strošek pomanjkanja zalog večji od stroška presežnih zalog (kot v primeru polnovrednega kruha), je količina, ki maksimira dobiček, večja od pričakovanega povpraševanja (kritično razmerje $> 0,5$). Kljub temu, da želimo v nalogi na primeru polnovrednega kruha minimizirati neusklajenost ponudbe in povpraševanja ter tako zmanjšati odpad kruha, model opozarja, da eksplicitni stroški ne smejo imeti večje teže kot oportunitetni, če želi pekarna maksimirati dobiček. Zaloge, ki ostanejo konec dneva, so dejanski, izgubljene prodaje pa oportunitetni strošek neusklajenosti ponudbe in povpraševanja. Osredotočenost na minimiziranje eksplicitnih stroškov povzroči, da pekarna proizvede manj, kot bi morala za maksimiranje dobička. Izbira količine proizvodnje, ki maksimira dobiček, je le en možen cilj. Pekarna se lahko odloči tudi za alternativen cilj, sploh če dobiček močno variira. Obstaja »trade off« med ravnijo storitve in pričakovanim dobičkom. Pri količini 55 hlebov dosežemo maksimalni dobiček in 89,80 % verjetnost na zalogi. Nekateri managerji bi želeli višjo raven storitve za stranke, saj bi se bali, da bodo kupci, ki jih pekarna ni zadovoljila, prešli h konkurenci.

- Pekarna A v okviru maloprodaje oceno povpraševanja pripravi na podlagi preteklih trendov. V pekarni pravijo, da je povpraševanje med vikendom po navadi večje kot ob ponedeljkih. Upoštevajo praznike in dogodke, ki vplivajo na povpraševanje po izdelkih. Pri oceni povpraševanja med prazniki se opirajo na pretekla leta ter na trend trenutnega. Tudi v pekarni B velik poudarek dajejo opazovanju nakupnih navad potrošnikov. Upoštevajo praznike in se prilagajajo dopustom prevladujočega segmenta njihovih strank. Ugotavljamo, da se obe pekarni opirata na pretekle trende, a izpostavljamo pomanjkanje sistematičnega evidentiranja dejanskega dnevnega povpraševanja, napovedi povpraševanja in napak v napovedi, ki služijo za oceno standardnega odklona povpraševanja. Izpostaviti je treba, da ima pekarna A veliko daljšo tradicijo od pekarn B in posledično boljše predstavo o dnevnem povpraševanju po izdelkih (predvsem po kruhu). Vodstvo pekarn ne sme pozabiti, da je lahko zaradi pomanjkanja zalog dejansko povpraševanje večje od dejanskih prodaj. V primeru, da ni mogoče

spremljati dejanskega povpraševanja po nastopu pomanjkanja zalog, je potrebno smiselno oceniti dejansko povpraševanje. Na primeru pekarnice B smo ugotovili, da podatka o dejanskem povpraševanju po artiklu iz preteklega dne ne smemo zgolj prenesti in uporabiti kot napoved za prihodnji dan. Potrebujemo tudi napoved, kako bo povpraševanje variiralo okrog napovedi. Negotovost v napovedi zajamemo s standardnim odklonom povpraševanja. Medtem ko je nemogoče popolnoma uskladiti ponudbo in povpraševanje, saj se je treba za ponujeno količino kruha odločiti veliko prej (42 ur) pred začetkom prodaje in je povpraševanje negotovo, je mogoče sprejeti odločitev, ki uravnoteži strošek prekomerne in strošek nezadostne proizvodnje. Negotovost ne sme povzročiti *ad hoc* sprejemanja odločitev.

- Ugotavljamo, da dnevno prihaja do viškov, s katerimi obe pekarni skrbno upravljata. Pekarna A izdelke, ki ostanejo, ponudi po znižani ceni naslednji dan. Če jih tudi takrat ne proda, izdelke redistribuira za živilsko krmo. Za živilsko krmo se proda okrog 4 % celotne proizvedene količine izdelkov dnevno. Vrednost izdelkov je, glede na osnovno ceno, v povprečju 80 % nižja. Bel kruh zmeljejo v drobtine. V pekarni B ostanke, ki jih ne morejo prodati po nižji ceni, zamrznejo in namenijo za interno porabo. Bel in mešan kruh namenijo za mletje v drobtine in za kruhove narastke, ki jih vključijo v *catering*. Ostalo porabijo za krmo za domače kokoši.
- Izpostavili smo uporabnost EOQ in *Newsvendor* modela pri upravljanju zalog pekarn. V primeru pekarnice A je povpraševanje po kruhu relativno stabilno, zato bi bilo pri določanju optimalne količine naročila sestavin za kruh smiselno uporabiti tudi model periodičnega ali kontinuiranega spremljanja zalog (optimalni R, Q model) ob upoštevanju, da je LT pri dobavi moka fiksna (2 tedna). V tem primeru bi imeli sicer še stroške varnostnih zalog in pomanjkanja zalog. Kontinuirano spremljanje že uporablja pekarna B, ki se večinoma ukvarja z maloprodajo (negotovo povpraševanje). Poskuša namreč vzdrževati določeno raven zalog sestavin. P sistem je sicer cenejši. V primeru, da bi pekarna več surovin naročala pri istem dobavitelju, bi lahko, če bi uporabljala P sistem, uveljavljala količinske popuste. Povpraševanje po pekarskih izdelkih in poticah v pekarni A je bolj negotovo kot povpraševanje po kruhu. Pri nabavi surovin za ti dve kategoriji izdelkov v pekarni A in pri nabavi surovin za izdelke pekarnice B bi

bilo zato smiselno uporabiti MRP sistem, saj omogoča prilagodljivo načrtovanje proizvodnje in upravljanje surovin glede na kratkoročne spremembe v povpraševanju. Vprašanja glede prihodnjega povpraševanja bi rešili v okviru modelov za neodvisno povpraševanje. Obe pekarni bi morali razmisliti o posredovanju plana proizvodnje dobaviteljem. Zmanjšanje negotovosti povpraševanja in s tem odpada bi lahko v obeh pekarnah dosegli z uvedbo sistema oddaje naročil nekaj dni pred prevzemom izdelkov. Obe pekarni bi lahko uvedli ABC model za boljšo analizo ponudbe. Boljše razumevanje prodajnih vzorcev bi vodilo v boljše načrtovanje proizvodnje in zmanjšanje presežnih zalog, kar bi pomenilo manjši odpad.

Reference

Alvarez de los Mozos, E. et al. 2020. Sustainable Consumption by reducing Food Waste: A Review of the Current State and Directions for Future Research. *Procedia Manufacturing*, št. 51: 1791–1798. 15. junij. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920321272> (10. 7. 2023).

Ansari, S. 2023. Pareto/ABC Classification (80-20 Rule). *Linkedin*, 17. maj. <https://www.linkedin.com/pulse/paretoabc-classification-80-20-rule-the-procurementholic> (30. 8. 2023).

Boro Seminar, K. 2016. Food Chain Transparency for Food Loss and Waste Surveillance. *Jouranl of Developements in Sustainable Agriculture*, 11: 17–22. 4. marec. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jdsa/11/1/11_17/_pdf/-char/en (24. 8. 2023).

Bolton, B. 2023. The Quantity Discount Model in Inventory Management. *YouTube*, 22. maj. https://www.youtube.com/watch?v=VWs_tX35WIE&ab_channel=Operations%26SupplyChainManagementUniversity (20. 5. 2023).

Bussom, L. 2014. Safety Stock Part 1, 2. *Wiedener University*, 14. oktober. https://www.youtube.com/watch?v=H4XjuyvhC0g&ab_channel=Prof.Bussom-WidenerUniversity (15. 10. 2023).

Caldeira, C.; De Laurentiis, V.; Sala, S. 2019. Assesment of food waste prevention actions. *JRC*, št. 118276: 3–198. https://food.ec.europa.eu/system/files/2019-12/fs_eu-actions_eu-platform_jrc-assess-fw.pdf (3.8.2023).

CARE4CLIMATE. 2022. Vsaka družina letno zavrže za več kot tristo evrov hrane. *Portal SiolNET.*, 1. junij. <https://siol.net/novice/slovenija/vsaka-druzina-letno-zavrze-za-vec-kot-tristo-evrov-hrane-580565> (30. 7. 2023).

Cachon, G.; Terwiesch, C. 2013. Matching Supply with Demand Third edition. New York: McGraw-Hill.

Dora, M. et al. 2019. Importance of sustainable operations in food loss: evidence from the Belgian food processing industry. *Annals of operations research* 2020, št. 290: 47–72. 17. januar.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-019-03134-0> (30. 7. 2023).

de Almeida Oroski, F.; Monteiro da Silva, J. 2023. Understanding food—waste reducing platforms: A mini review. *Waste management and research* 41, št. 4: 741–951. 26. november.

<https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/0734242X221135248> (12. 10. 2023).

Došenović, M. 2008. Posebnosti upravljanja z zalogami v internetni trgovini. *RUL*, 11. julij. http://www.cek.ef.uni-lj.si/u_diplome/dosenovic3597.pdf (15. 7. 2023).

Economist. 2021. Data point: the dirty truth about wasted food. *Economist*, 17. november. <https://impact.economist.com/sustainability/ecosystems-resources/data-point-the-dirty-truth-about-wasted-food> (30. 7. 2023).

EP. 2023. Krožno gospodarstvo: definicija, pomen in prednosti, 24. maj. <https://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/economy/20151201STO05603/krozn-o-gospodarstvo-definicija-pomen-in-prednosti> (10. 11. 2023).

Fernando, J. 2023. Economic Order Quantity: What Does It Mean and Who Is It Important For? *Investopedia*, 24. september. <https://www.investopedia.com/terms/e/economicorderquantity.asp> (17. 5. 2023).

Gasan Osojnik Černivec, I. et al. 2021. Analiza stanja in vzrokov nastajanja odpadne hrane v Sloveniji. *BTF*, 3. november. https://www.bf.uni-lj.si/mma/CRP_V4_2011_R1_2_R4_1_Analiza_vzrokov.pdf/2022031407271672/?m=1647239236 (10. 5. 2023).

Gunders, D. 2012. Wasted: How America is Losing Up to 40 Percent of Its Food from Farm to Fork to Landfill. NRDC Issue Paper, 12-06-B: 4–21.

<https://www.nrdc.org/sites/default/files/wasted-food-IP.pdf> (7. 8. 2023).

Hearle, J. 2019. First In First Out (FIFO). YouTube, 2. december.

https://www.youtube.com/watch?v=Hvull1enbwjk&ab_channel=AccountingStuff (16. 10. 2023).

Hearle, J. 2019. Average Cost Method (AVCO). YouTube, 16. december.

https://www.youtube.com/watch?v=GTj-rXmASbI&ab_channel=AccountingStuff (16. 10. 2023).

Hearle, J. 2019. Last In First Out (LIFO). YouTube, 9. december.

https://www.youtube.com/watch?v=dAEm17g0T6E&ab_channel=AccountingStuff (16. 10. 2023).

Hayes, A. 2022. Highest In, First Out (HIFO) Definition vs LIFO, FIFO. Investopedia, 20. december. <https://www.investopedia.com/terms/h/hifo.asp> (16. 10. 2023).

Hayes, A. 2023. Inventory management Defined, Plus Methods and Techniques. Investopedia, 28. marec. <https://www.investopedia.com/terms/i/inventory-management.asp> (15. 10. 2023).

Hofer, C. 2020. Introduction to Inventory Management. YouTube, 23. april.

https://www.youtube.com/watch?v=Eg7m4iTooUE&ab_channel=WaltonCollegeSupplyChainManagement (16. 5. 2023).

Inventory Accuracy. 2023. How do you account for inventory valuation methods and changes? LinkedIn, 30. marec.

<https://www.linkedin.com/advice/0/how-do-you-account-inventory-valuation-methods> (15. 10. 2023)

Jenkins, A. 2022. Inventory Turnover Ratio Defined: Formula, Tips & Examples. NetSuite, 9. avgust. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/inventory-turnover-ratio.shtml> (30. 6. 2023).

Kastelic, R. 2006. Upravljanje z zalogami trgovskega podjetja. E-diplome, 9. maj. https://www.ediplome.fm-kp.si/Kastelic_Robert_20070905.pdf (30. 6. 2023).

Kržišnik, M. 2014. Upravljanje z zalogami v podjetju EPB d.o.o. DKUM, 2. april. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=61255&lang=slv> (24. 6. 2023).

Kenton, W. 2022. Material Requirements Planning (MRP): How It Works, Pros and Cons. Investopedia, 25. avgust. <https://www.investopedia.com/terms/m/mrp.asp> (15. 7. 2023).

Li, J. 2022. Why we need to think beyond reducing food waste? TEDxOsloMet., 11. marec. https://www.youtube.com/watch?v=vth-2Hcc-Oo&ab_channel=TEDxTalks (10. 5. 2023).

MKGP. 2023. Tudi v Sloveniji začnemo evropsko kampanjo Izberi varno hrano. GOV.SI, 20. junij. <https://www.gov.si/novice/2023-06-20-tudi-v-sloveniji-zacenjamo-evropsko-kampanjo-izberi-varno-hrano/> (4. 9. 2023).

Muller, M. 2003. Essentials of Inventory management. New York: AMACOM.

MKGP. 2020. Strategija za manj izgube hrane in odpadne hrane v verigi preskrbe s hrano. GOV.SI, 4. januar. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/PODROCJA/HRANA/Zavrzki_odpadna_hrana/Strategija_izguba_hrane_odpadna-hrana.pdf (30. 7. 2023).

NUTRIS. 2023. Mednarodni dan ozaveščanja o izgubah hrane in odpadni hrani. Portal Prehrana.si., 29. september. <https://prehrana.si/clanek/570-mednarodni-dan-ozavescanja-o-izgubah-hrane-in-odpadni-hrani> (15. 11. 2023).

Pučko, D. et al. 2000. Ekonomika in organizacija podjetja. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

Ramesh, A. 2022. Periodic Review Model (P-type) with Probabilistic Demand. YouTube, 14 marec.
https://www.youtube.com/watch?v=rfOOXAOWp_k&t=1390s&ab_channel=IITRoorke
eJuly2018 (12. 10. 2023).

Tay, D. 2019. The Food Waste Dilemma. TEDxNTU, 29. januar.
https://www.youtube.com/watch?v=z_R2y0feHLE&t=321s&t;ab_channel=TEDxTalks (3.8.2023).

Transparent Path. 2021. Transparent Path, Intel and T-Mobile come together to fight food waste and hunger. YouTube, 2. november.
https://www.youtube.com/watch?v=iiqzX1ebFI&ab_channel=TransparentPathspc (5. 11. 2023).

WFP. 2021. #STOPTHEWASTE. UN WFP, 10. september.
<https://www.wfp.org/foodwaste> (25. 5. 2023).

Waters, D. 2003. Inventory Control and Management. Sussex: Wiley.

Završnik, B.; Vukovič G. 2008. Obvladovanje nabave. Celje: Visoka komercialna šola Celje

Priloge

1. Vprašanja v polstrukturiranih intervjujih

1. **Opis pekarne.** Kako je pekarna nastala? Izpostave.
2. **Katere vrste zalog imate v vaši pekarni?** Materiali, polproizvodi, končni proizvodi, trgovsko blago. **Kakšen je vaš asortima končnih izdelkov?**
3. **Kako imate organizirano prodajo končnih izdelkov?** Maloprodaja in veleprodaja? Kolikšno področje pokrivata? Vam trgovine presežke kruha in pekovskega peciva vračajo?
4. **S katerimi problemi se srečujete pri upravljanju z zalogami?**
5. **Kako se odločate, koliko kruha in pekovskih izdelkov dnevno proizvesti pri negotovem povpraševanju?**
6. **Kakšno je bilo povpraševanje preteklega dne po vseh pekovskih izdelkih, ki jih imate v ponudbi in kako dobro ste zadovoljili povpraševanje (maloprodaja)?**
7. **Kaj naredite s kruhom in z drugimi pekovskimi izdelki, ki jih ne uspete prodati?** Jih ponudite po znižani ceni? Jih redistribuirate (donacije, živilska krma ipd.) in prodate po nižji ceni? Koliko je ta cena v povprečju nižja od prodajne? Jih predelate v nove izdelke?
8. **Koliko vas stane proizvodnja hleba kruha (lastna cena) in kakšno imate prodajno ceno enega hleba?**
9. **Katero metodo vrednotenja zalog materiala uporabljate v vašem podjetju?** Ali najprej porabite surovine, ki ste jih dobavili najprej in vrednotite po prvih nabavnih cenah?
10. **Kako poteka nabava surovin v podjetju?** Ali imate za vsako surovino samo enega ali več dobaviteljev? Ali dobaviteljem posredujete svoj plan proizvodnje?
 - Kako pogosto naročate vsako surovino za proizvodnjo kruha?
 - Približno koliko vsake surovine dnevno porabite za proizvodnjo kruha, ki ga stalni kupci redno kupujejo pri vas (veleprodaja)?
 - Kakšne so nabavne cene surovin za proizvodnjo kruha?
 - Ocena mesečnih stroškov skladiščenja.
 - Ocena skupnih stroškov izvedbe posameznega naročila (administrativni stroški, transportni stroški, stroški kontrole kakovosti).

2. Tabele

Standard Normal Distribution Function Table, $\Phi(z)$ (Concluded)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Standard Normal Loss Function Table, $L(z)$ (Concluded)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.3989	0.3940	0.3890	0.3841	0.3793	0.3744	0.3697	0.3649	0.3602	0.3556
0.1	0.3509	0.3464	0.3418	0.3373	0.3328	0.3284	0.3240	0.3197	0.3154	0.3111
0.2	0.3069	0.3027	0.2986	0.2944	0.2904	0.2863	0.2824	0.2784	0.2745	0.2706
0.3	0.2668	0.2630	0.2592	0.2555	0.2518	0.2481	0.2445	0.2409	0.2374	0.2339
0.4	0.2304	0.2270	0.2236	0.2203	0.2169	0.2137	0.2104	0.2072	0.2040	0.2009
0.5	0.1978	0.1947	0.1917	0.1887	0.1857	0.1828	0.1799	0.1771	0.1742	0.1714
0.6	0.1687	0.1659	0.1633	0.1606	0.1580	0.1554	0.1528	0.1503	0.1478	0.1453
0.7	0.1429	0.1405	0.1381	0.1358	0.1334	0.1312	0.1289	0.1267	0.1245	0.1223
0.8	0.1202	0.1181	0.1160	0.1140	0.1120	0.1100	0.1080	0.1061	0.1042	0.1023
0.9	0.1004	0.0986	0.0968	0.0950	0.0933	0.0916	0.0899	0.0882	0.0865	0.0849
1.0	0.0833	0.0817	0.0802	0.0787	0.0772	0.0757	0.0742	0.0728	0.0714	0.0700
1.1	0.0686	0.0673	0.0659	0.0646	0.0634	0.0621	0.0609	0.0596	0.0584	0.0573
1.2	0.0561	0.0550	0.0538	0.0527	0.0517	0.0506	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465
1.3	0.0455	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0400	0.0392	0.0383	0.0375
1.4	0.0367	0.0359	0.0351	0.0343	0.0336	0.0328	0.0321	0.0314	0.0307	0.0300
1.5	0.0293	0.0286	0.0280	0.0274	0.0267	0.0261	0.0255	0.0249	0.0244	0.0238
1.6	0.0232	0.0227	0.0222	0.0216	0.0211	0.0206	0.0201	0.0197	0.0192	0.0187
1.7	0.0183	0.0178	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146
1.8	0.0143	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0123	0.0119	0.0116	0.0113
1.9	0.0111	0.0108	0.0105	0.0102	0.0100	0.0097	0.0094	0.0092	0.0090	0.0087
2.0	0.0085	0.0083	0.0080	0.0078	0.0076	0.0074	0.0072	0.0070	0.0068	0.0066
2.1	0.0065	0.0063	0.0061	0.0060	0.0058	0.0056	0.0055	0.0053	0.0052	0.0050
2.2	0.0049	0.0047	0.0046	0.0045	0.0044	0.0042	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038
2.3	0.0037	0.0036	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028
2.4	0.0027	0.0026	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021
2.5	0.0020	0.0019	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015
2.6	0.0015	0.0014	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011
2.7	0.0011	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008
2.8	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
2.9	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
3.0	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
3.1	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Povzetek

Upravljanje zalog malih slovenskih pekarn za zmanjšanje odpada hrane

Diplomska naloga izpostavi problem neoptimalnega načrtovanja zalog v živilskopredelovalnih podjetjih, ki vodi v odpad hrane. Obstajajo orodja za preprečevanje odpada, a se osredotočajo na konec dobavne verige, ko izdelki že dosežejo končnega potrošnika. To je nesmiselno, saj smo takrat po nepotrebnem že porabili ogromno količino virov. Problem prekomerne proizvodnje moramo naslavljati že veliko prej v vrednostni verigi. Naloga se osredotoča na člen predelave v prehranski oskrbni verigi, podrobneje na slovenske pekarnice. Namesto, da s sodobnimi rešitvami za preprečevanje odpada spodbujamo prekomerno proizvodnjo, ki se prevaja v izgube za majhna podjetja, lahko najdemo načine, kako podpreti majhne vaške pekarnice in jim pomagati najti ravnotežje med premajhno in prekomerno proizvodnjo. V nalogi najprej obravnavamo teoretična izhodišča in predstavimo osnovne pojme, povezane z zalogami. S pomočjo modelov za upravljanje z zalogami, predstavljenimi v teoretičnem delu naloge in s pomočjo metode analize vsebine nato analiziramo upravljanje z zalogami v izbranih pekarnah na podlagi podatkov, pridobljenih v polstrukturiranih intervjujih. Z uporabo EOQ modela opredelimo optimalno količino nabave posameznih surovin za proizvodnjo belega in polbelega kruha v pekarni A, pri kateri minimiziramo stroške pridobitve novih zalog in stroške držanja zalog ob upoštevanju možnosti za nastanek odpada pri pokvarljivih sestavinah. Ugotavljamo, da izbrani pekarnice sicer skrbno upravljata z viški hrane, a to ne rešuje problema neoptimalne proizvodnje, do katerega pride predvsem zaradi neustreznega napovedovanja povpraševanja. Z uporabo *Newsvendor* modela razvijemo verjetnostno porazdelitev napovedi povpraševanja po polnovrednem kruhu v pekarni B za eno obdobje. S pomočjo te opredelimo optimalno količino ponudbe polnovrednega kruha, pri kateri maksimiramo dobiček in minimiziramo strošek neuskkljenosti ponudbe in povpraševanja. Izpostavimo tudi uporabnost drugih modelov za izboljšanje upravljanja zalog in minimiziranje stroškov in odpada v izbranih pekarnah.

Ključne besede: zaloge, pomanjkanje zalog, presežna zaloga, upravljanje z zalogami, odpad hrane

Abstract

Inventory Management in Small Slovenian Bakeries to Reduce Food Waste

The thesis addresses the problem of suboptimal inventory planning in food processing companies, leading to food waste. While tools exist to prevent waste, they primarily focus on the end of the supply chain, after products have reached the end consumer. This approach is counterproductive as it entails unnecessary resource consumption. The issue of overproduction needs to be addressed much earlier in the value chain. This study focuses on the processing stage in the food supply chain, more specifically on Slovenian bakeries. Rather than promoting overproduction through modern waste prevention solutions, which translates into losses for small businesses, ways to support small village bakeries and help them strike a balance between underproduction and overproduction can be found. The thesis first examines theoretical foundations and introduces basic concepts related to inventory. Using inventory management models outlined in the theoretical part of the thesis and employing content analysis method, inventory management in selected bakeries is then analyzed based on data obtained from semi-structured interviews. Using the EOQ model, the optimal purchase quantity of individual raw materials for the production of white and brown bread in bakery A is determined, minimizing the costs of ordering and holding costs while considering the possibility of waste occurrence with perishable ingredients. It is found that while the selected bakeries manage surplus food carefully, this does not solve the problem of suboptimal production, primarily due to inadequate forecasting of demand. Utilizing the *Newsvendor* model, a probabilistic demand distribution for whole grain bread in bakery B is developed for a single period. By means of this, the optimal supply quantity of whole grain bread is identified, maximizing profit and minimizing the cost of supply-demand mismatch. The thesis also highlights the utility of other models for improving inventory management and minimizing costs and waste in selected bakeries.

Keywords: inventory, stock shortages, excess stock, inventory management, food waste